HYDE PARK

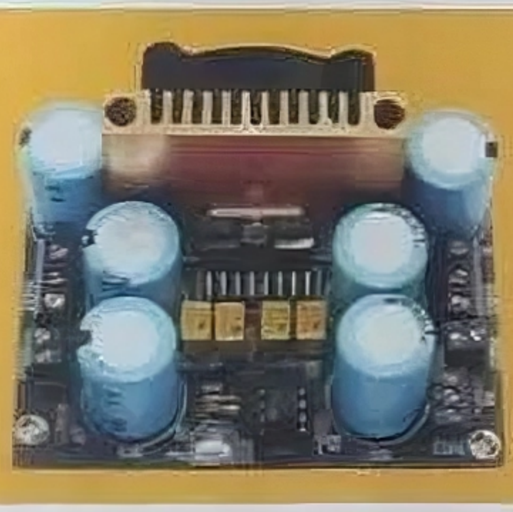
3/98

5 zł 40 gr

Marzec 1998

ELEKTRONIKA dla wszystkich

Mikrofony na wesoło

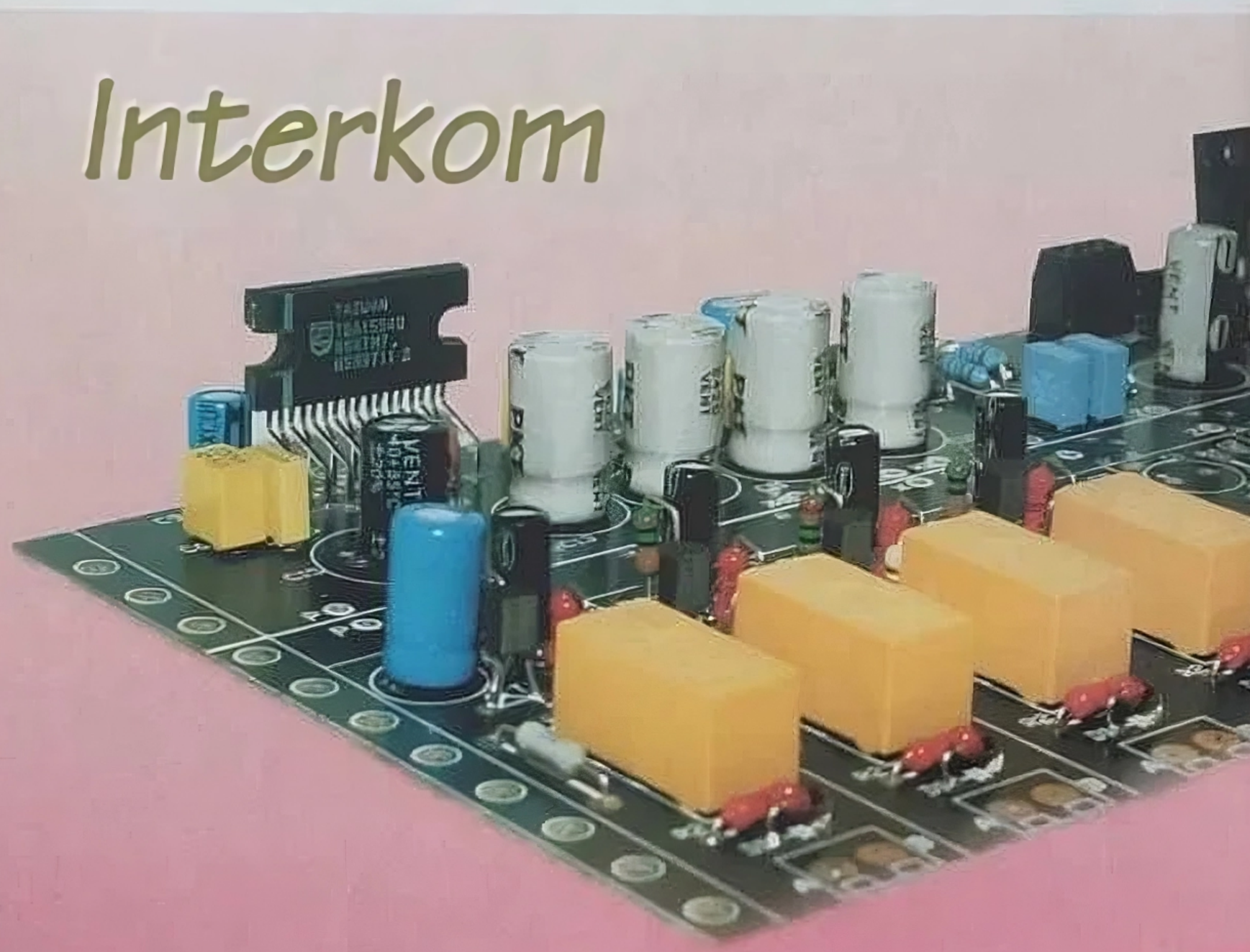


Uniwersalny wzmacniacz samochodowy

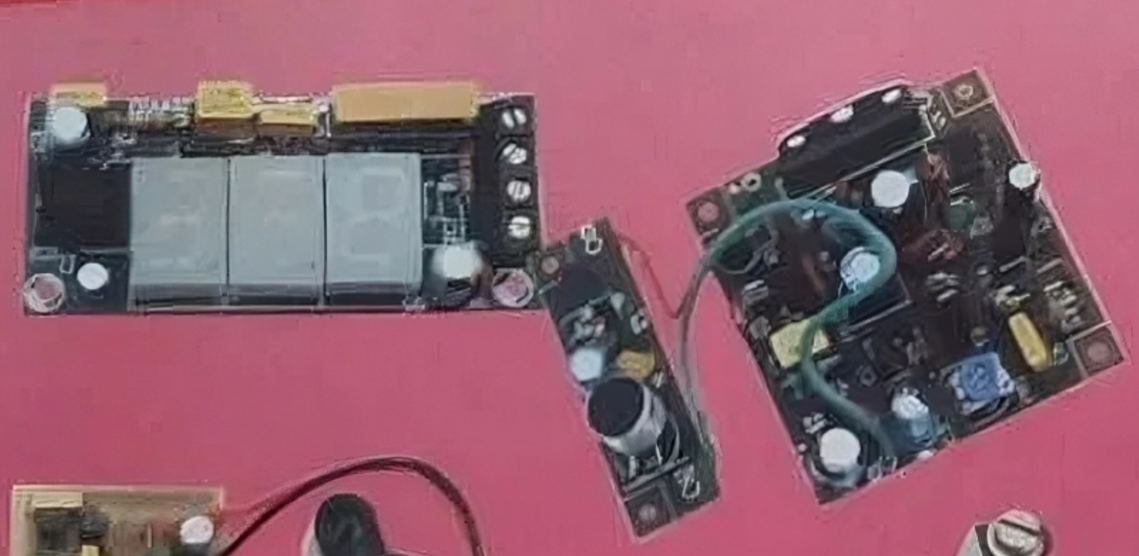
Przegląd markowego sprzętu audio

INDEKS 333 62X ISSN 1425-1698

Interkom



Konkurs – krzyżówka



- Tester pilotów zdalnego sterowania
- Zabezpieczenie głośnika wysokotonowego
- Moduł miliwoltomierza do zasilaczy
- Podsłuch przewodowy

ISSN 1425-1698

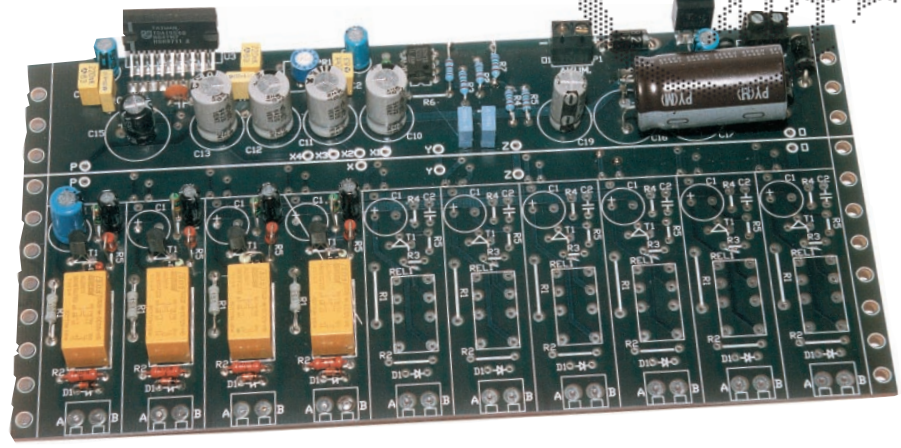
03>

9 771425 169979 03

ELEKTRONIKA 2000

Wielokanałowy interkom

Kit 2188



Autorzy artykułu zostali poproszeni o skonstruowanie wielokanałowego systemu interkomu dla potrzeb działu handlowego i produkcyjnego firmy AVT.

Ponieważ pomieszczenia zajmowane przez dział handlowy i produkcyjny, począwszy od pokojów, gdzie przyjmowane są zamówienia telefoniczne, przez pomieszczenia zajmowane przez handlowców, magazyn, halę kompletacji kitów... aż po dział wysyłkowy, rozmieszczone są na różnych piętrach, często poszczególni pracownicy działów muszą się ze sobą komunikować za pomocą telefonu. Problem w tym, że dany pracownik (np. magazynier) może znajdować się aktualnie w jednym z kilku pomieszczeń magazynu i trzeba kilka razy zadzwonić, by go znaleźć. Ze względu na duże obciążenie lokalnymi rozmowami, zaszła potrzeba odciążenia centralki telefonicznej i wprowadzenia sieci interkomu.

Po analizie specyficznych potrzeb wspomnianych działów okazało się, że optymalnym rozwiązaniem będzie stworzenie systemu przekazywania informacji typu: jeden mówi do wszystkich. W ten sposób, stosując prościutką centralkę i umieszczając w pomieszczeniach proste aparaty z głośnikiem, bez trudu można przekazać wiadomość czy polecenie do dowolnego pracownika, niezależnie od tego w którym pomieszczeniu się on aktualnie znajduje.

System przekazywania komunikatów typu: jeden do wszystkich jest stosunkowo prosty, jedyną drobną komplikacją jest wymaganie, by tym jednym (mówiącym) mógł być nie tylko aparat kierownika działu, ale dowolny aparat systemu.

Zasada działania

Uproszczony schemat blokowy systemu pokazano na rysunku 1. Jak widać, system składa się ze wspólnej części centralowej zawierającej między innymi wzmacniacze, dwużyłowych linii połączeniowych, oraz prostych aparatów w pomieszczeniach.

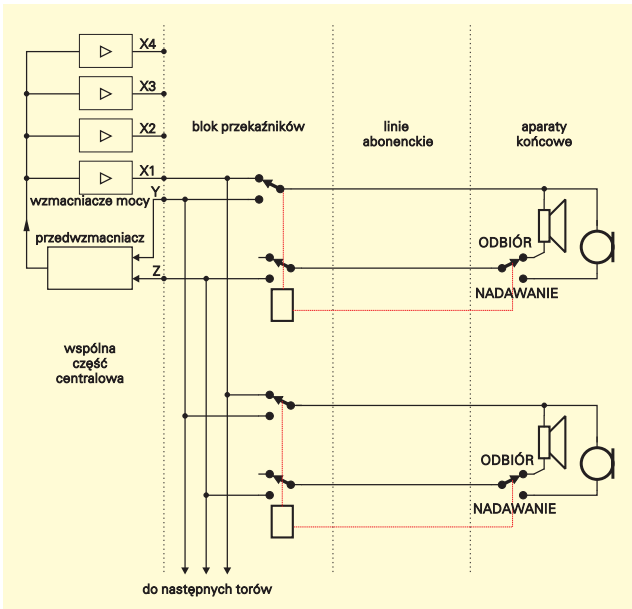
W stanie spoczynku wszystkie aparaty przełączone są na odbiór, a ponieważ na wejście przedwzmacniacza nie jest podawany żaden sygnał, w głośnikach panuje cisza.

Jeśli jeden z abonentów naciśnie przycisk w swym aparacie, odłączy od linii głośnik, a dołączy do niej mikrofon. Naciśnięcie przycisku w aparacie spowoduje również zadziałanie odpowiedniego przekaźnika w centralce, i na wejście przedwzmacniacza zostanie podany sygnał z mikrofonu tego aparatu, w którym wciśnięto przycisk. Abonent, który nacisnął przycisk prześle swój komunikat do wszystkich pozostałych użytkowników systemu.

Naciśnięcie jednocześnie przycisków w dwóch (lub więcej) aparatach nie grozi żadnymi przykrymi konsekwencjami – po prostu tych dwóch abonentów nie będzie słyszeć komunikatów, natomiast ich wypowiedzi będą słyszalne u pozostałych.

Przy realizacji systemu należy zwrócić uwagę na pewne istotne kwestie.

Do pomieszczeń mają być doprowadzone linie dwużyłowe (albo wykorzystane wolne linie przewidziane do sieci telefonicznej). Przy wszelkich długich (i nieekranowanych) liniach połączeniowych należy liczyć się z przydźwiękiem i zakłóceniami, jakie nieuchronnie pojawią się w przewodach. Dla wyeliminowania zdecydowanej większości takich zakłóceń, w telefonii powszechnie stosuje się połączenia i sygnały symetryczne. W liniach symetrycznych współpracujących z odbiornikami reagującymi tylko na sygnał różnicowy (a nieczułymi na sygnały wspólne), większość indukowanych zakłóceń pojawia się wprawdzie na liniach, ale nie jest słyszalna dla użytkowników. W prezentowanym systemie interkomu przewidziano wykorzystanie typowych kabli telefonicznych, zawierających skręcone ze sobą pary (dwójki) przewodów, czyli właśnie linie symetryczne. Przy przesyłaniu z centralki do głośnika sygnałów o znacznej amplitudzie, ewentualne niewielkie zakłócenia nie odgrywają praktycznie żadnej roli i można byłoby stosować jakąkolwiek linię niesymetryczną. Jedynie przy przesyłaniu stosunkowo małych sygnałów z mikrofonu do centralki należy wykorzystać linię symetryczną oraz odbiornik (przedwzmacniacz) z wejściem różnicowym.



Rys. 1. Schemat blokowy

W opisywanym systemie przewidziano taki różnicowy przedwzmacniacz.

Należy ponadto zauważyć, że zastosowanie linii (tylko) dwużyłowych wymaga wprowadzenia w centralce i aparacie obwodów przełączania nadawanie/odbiór, które współużytkowałyby linię wraz z sygnałami akustycznymi. Problem w tym, że naciśnięcie przycisku w aparacie (przełączenie z odbioru na nadawanie) musi spowodować zadziałanie jednego z przekaźników w centralce. Na schemacie blokowym zaznaczono to za pomocą czerwonej linii przerywanej łączącej przycisk aparatu z przekaźnikiem. W rzeczywistości realizowane to jest podobnie jak w aparacie telefonicznym: naciśnięcie przycisku powoduje przepływ w linii prądu stałego, który uruchamia przekaźnik.

Opis układu

Szczegółowy schemat ideowy układu interkomu pokazano na **rysunkach 2, 3 i 4**.

Rysunek 2 przedstawia serce centralki. Jak widać, układ zasilany jest z sieci przez transformator TR1, ale istnieje również możliwość zasilania rezerwowego z akumulatora. Stąd obecność diod D5 i D6.

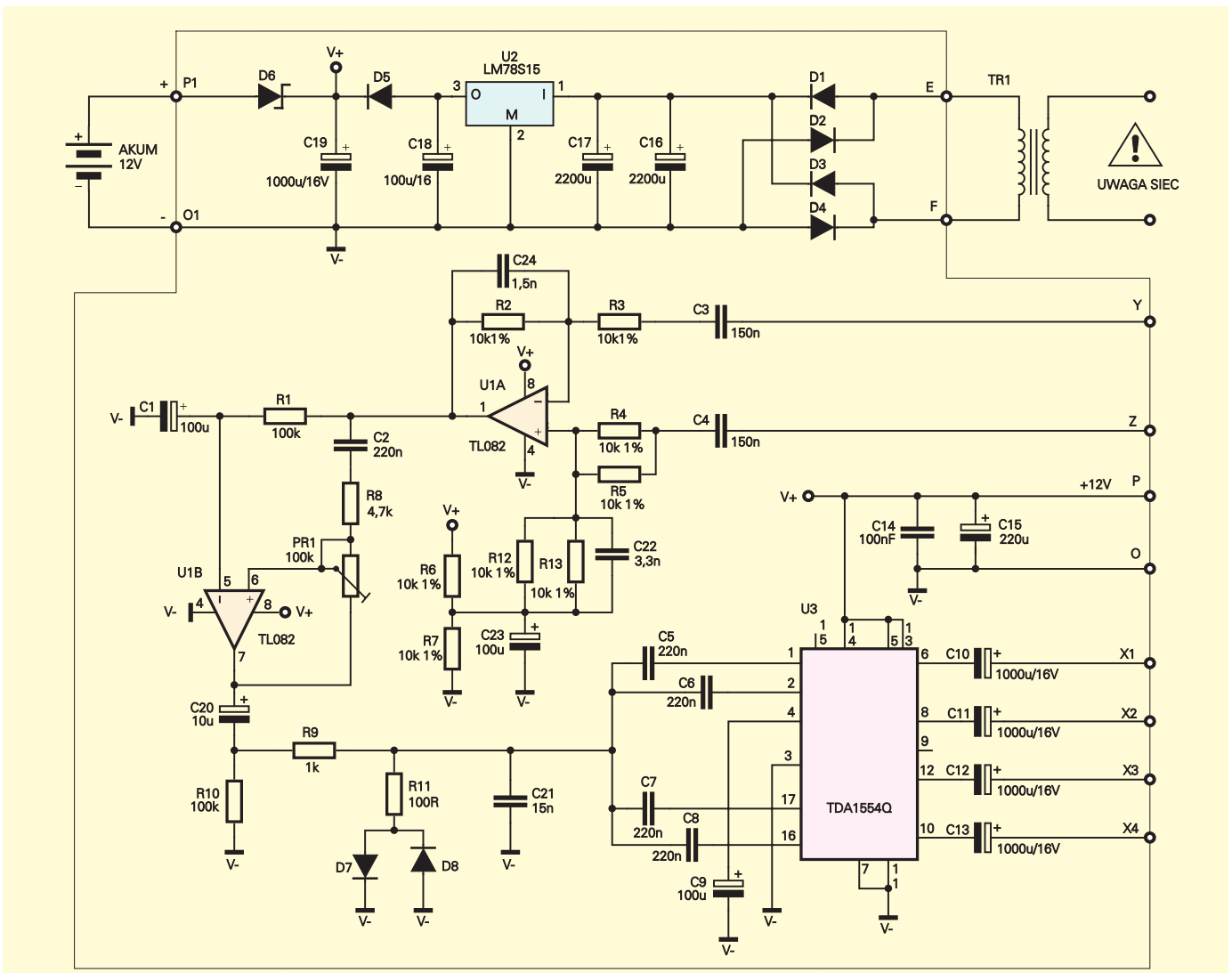
Ponieważ aparaty wyposażone są w głośniki (które muszą zapewnić odpowiednią głośność dźwięku w pomieszczeniach), zastosowano czterokanałowy samochodowy wzmacniacz mocy typu TDA1554. Wzmacniacz ten pracuje w typowej aplikacji, z wykorzystaniem wszystkich czterech kanałów. Przy zasilaniu napięciem 14...15V, każdy kanał może dostarczyć kilkanaście watów mocy użytkowej (na oporności 2Ω). W sumie wszystkie kanały mogą dostarczyć ponad 40W mocy, co umożliwia dołączenie do systemu kilkudziesięciu aparatów. W praktyce, aby zapewnić wystarczającą głośność, do każdego głośnika wystarczy doprowadzić kilkaset miliwatów mocy.

W układzie z rysunku 2 warto zwrócić uwagę na biegunowość kondensatorów C10...C13. Taka biegunowość pokazuje, że na wyjściach X1...X4 będzie panować napięcie bliskie lub równe dodatniemu napięciu zasilania.

Sygnał dla wzmacniacza mocy dostarczany jest z przedwzmacniacza, zbudowanego z dwoma wzmacniaczami operacyjnymi układu U1. Kostka U1A pracuje jako typowy wzmacniacz różnicowy. Wejściem tego wzmacniacza są punkty Y i Z, do których dołączany jest mikrofon abonenta nadającego komunikat. Dzięki zastosowaniu wzmacniacza różnicowego o sprzężeniu zmiennoprądowym (przez kondensatory C3 i C4), układ nie reaguje na sygnały wspólne, jakie zaindukują się jednocześnie w obu żyłach linii połączeniowych, a jedynie na różnicę sygnałów obu żył linii. Jak się za chwilę okaże, układ współpracujący z linią abonencką nie jest w pełni symetryczny, jednak zastosowanie wzmacniacza różnicowego poważnie redukuje wpływ ewentualnych zakłóceń, indukowanych w przewodach.

W układzie z rysunku 2 dziwić może obecność przeciwsobnie włączonych diod D7, D8 i elementów C20, R9-R11 i C21. Obwód ten nie był przewidywany w pierwotnej wersji i został wprowadzony po przeprowadzeniu testów modelu.

Po pierwsze okazało się, że moc rzeczywiście potrzebna do poszczególnych głośników jest znacznie mniejsza

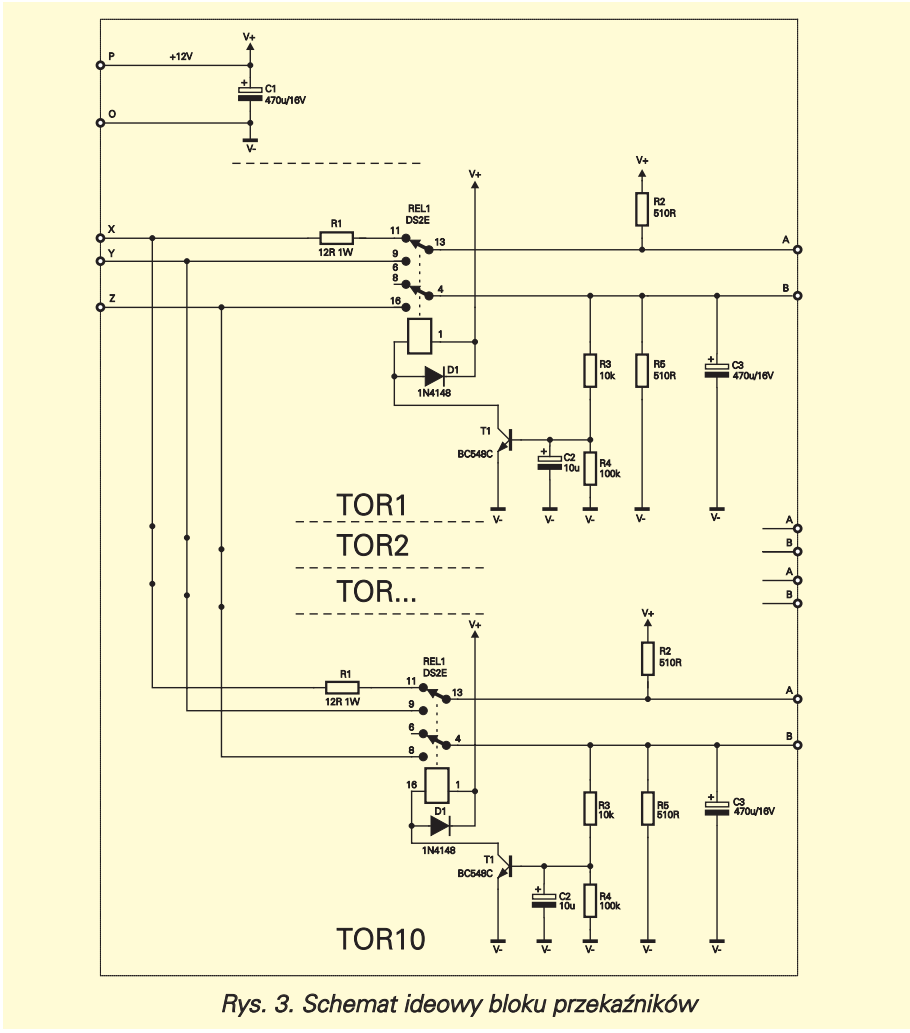


Rys. 2. Schemat ideowy części centralnej

niż moc maksymalna wzmacniacza. Jak widać, układ centralki jest bardzo prosty i nie zawiera układu automatycznej regulacji wzmocnienia. W urządzeniach typowo telefonicznych taki układ utrzymywania stałego poziomu sygnału nie jest konieczny, bo abonent zawsze trzyma mikrotelefon w podobnej pozycji. W układzie interkomu należy się spodziewać, że abonent może mówić do mikrofonu z odległości 30...40cm, ale ktoś może zechcieć mówić wprost do mikrofonu z odległości 5cm lub jeszcze mniejszej. Jeśli wzmocnienie układu (które można regulować potencjometrem montażowym PR1) będzie dobrane do sytuacji, gdy abonent mówi do mikrofonu z odległości 30...40cm, to na pewno wzmocnienie to okaże się za duże w sytuacji, gdy ktoś spróbuje mówić do mikrofonu z odległości kilku centymetrów. W tym ostatnim przypadku wzmacniacz mocy zostałby przesterowany, a więc dźwięk w głośnikach byłby zbyt głośny i zniekształcony. Aby temu zapobiec, wprowadzono obwód prostego ogranicznika z diodami D7 i D8. Rezystor R11 dodano, by ogranicznik nie był „twardy" i nie obcinał wierzchołków, tylko by te wierzchołki spłaszczał. Próby wykazały, że taki prosty układ ogranicznika diodowego z powodzeniem wystarczy do systemu interkomu i nie trzeba stosować złożonych układów ARW.

Podczas prób okazało się też, że nie trzeba stosować specjalnego sygnału przywołania (zwracającego uwagę otoczenia i sygnalizującego początek komunikatu). Po naciśnięciu jednego z przycisków w aparatach abonenckich, w głośnikach występuje bowiem niezbyt głośny stuk, który wystarcza do zwrócenia uwagi na komunikat. Głośność tego stuku jest niewielka, między innymi ze względu na obecność ogranicznika z diodami D7, D8.

W czasie testów pierwszego modelu okazało się, że układ ma tendencję do wzbudzania się na wysokich częstotliwościach pasma akustycznego (kilka...kilkanaście kiloherców). Przyczyną było przenikanie sygnału przez pojemności montażowe systemu. Aby wyeliminować te skłonności ograniczono pasmo przenoszenia toru wzmacniającego, między innymi przez dodanie kondensatorów C22, C24 oraz C21. Dokonano także pewnych przeróbek płytek drukowanych, zmniejszających pojemności między liniami X, a liniami Y i Z.



Rys. 3. Schemat ideowy bloku przekaźników

Główny układ centralki, pokazany na rysunku 2, może współpracować z kilkudziesięcioma aparatami.

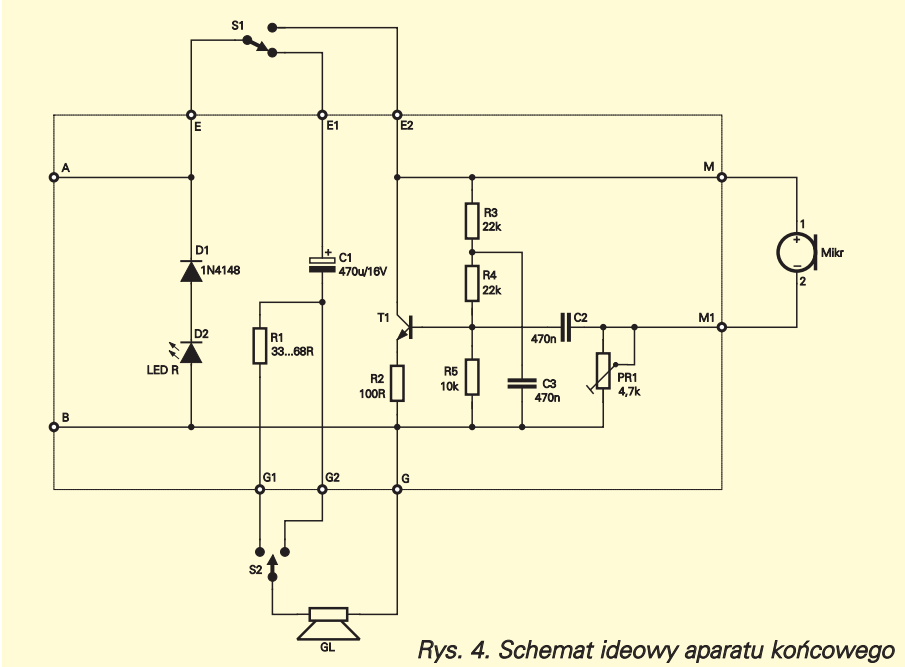
Jak wynika ze schematu blokowego, po naciśnięciu przycisku w aparacie, do linii zostaje dołączony mikrofon, w linii pojawia się prąd stały, który uruchamia przekaźnik. Przekaźnik dołącza tę linię do punktów Y i Z centralki, natomiast pozostali abonenci nadal mają głośniki dołączone do jednego z punktów X1, X2, X3, X4.

Przełączanie realizuje blok przekaźników. Jeden blok przekaźników umożliwia dołączenie 10 aparatów.

Ponieważ w części centralowej są cztery niezależne wzmacniacze, w systemie mogą pracować cztery bloki przekaźników, czyli 40 aparatów.

Rysunek 3 pokazuje szczegółowo, jak zbudowany jest blok przekaźników. Zawiera on dziesięć identycznych torów.

Ciąg dalszy na str. 14.



Rys. 4. Schemat ideowy aparatu końcowego

Wielokanałowy interkom

ciąg dalszy ze str. 9

Z jednej strony tory te dołączane są przez przekaźniki do punktów X, Y, Z. Oczywiście punkty te dołączone są do punktów Y, Z i jednego z punktów X centralki; podobnie jak punkty obwodu zasilania P, O.

Z drugiej strony każdy tor ma wyjścia oznaczone A i B prowadzące przez linie połączeniowe do aparatów.

Jak się łatwo domyślić, w stanie spoczynku przekaźniki nie pracują. Przebiegi zmienne z wyjścia wzmacniacza (czyli z punktu Y) są podawane przez rezystory R1 i bierne styki przekaźników, przez punkt A na głośnik aparatu abonenckiego (włączony w szereg z kondensatorem), i z powrotem przez punkt B i kondensator C3 do masy. W punkcie A i w punkcie X napięcie jest równe dodatniemu napięciu zasilania, co właściwie polaryzuje kondensatory C10...C13 w części centralowej. Rezystory R1 są konieczne między innymi dlatego, by przy włączeniu do jednego wyjścia wzmacniacza dziesięciu głośników 8-omowych, całkowita oporność obciążenia nie była mniejsza niż 2Ω. Dodatkowo rezystory R1 umożliwiają poprawną pracę systemu także podczas przypadkowego zwarcia jednej z linii, zapobiegając bezpośredniemu zwarciu wyjścia wzmacniacza mocy.

W stanie spoczynku wejście przedwzmacniacza, czyli punkty Y i Z nie są połączone z żadnym źródłem sygnału i tym samym w głośnikach panuje cisza.

Naciśnięcie przycisku w jednym z aparatów powoduje dołączenie mikrofonu i przepływ prądu stałego przez rezystory R2 i R5 odpowiedniego kanału. Spadek napięcia na rezystorze R5 powoduje otwarcie tranzystora T1 przez obwód R3, R4 i kondensator filtrujący C2. Tranzystor uruchamia przekaźnik i mikrofon zostaje połączony do punktów Y i Z.

Praca systemu przy naciśnięciu kilku przycisków nie wymaga komentarza.

Schemat ideowy aparatu abonenckiego jest pokazany na rysunku 4. Ponieważ pokazany układ wymaga odpowiedniej biegunowości napięcia stałego (połączone punkty A i B bloku przekaźników i aparatu), zastosowano wskaźnik niewłaściwego podłączenia aparatu z czerwoną diodą D2 włączoną przez zwykłą diodę D1. Wskaźnik ten jest potrzebny tylko podczas montażu systemu, potem w czasie pracy dioda D2 oczywiście nigdy nie będzie świecić. Sprawa właściwej biegunowości jest ważna, ponieważ przy odwrotnym włączeniu aparatu kondensator C1 w aparacie może się uszkodzić, a nawet eksplodować. Dlatego nawet w obecności diod D1 i D2 nie należy pozostawiać na dłużej aparatu włączonego do linii odwrotnie.

Działanie aparatu jest bardzo proste. Przełącznik S1 raczej powinien być przełącznikiem niestabilnym, powracającym samoczynnie do położenia spoczynkowego, ale może też być zwykłym przełącznikiem dwupozycyjnym. W położeniu spoczynkowym głośnik jest dołączony do linii przez kondensator C1, a więc w linii na pewno nie będzie wtedy płynął prąd stały.

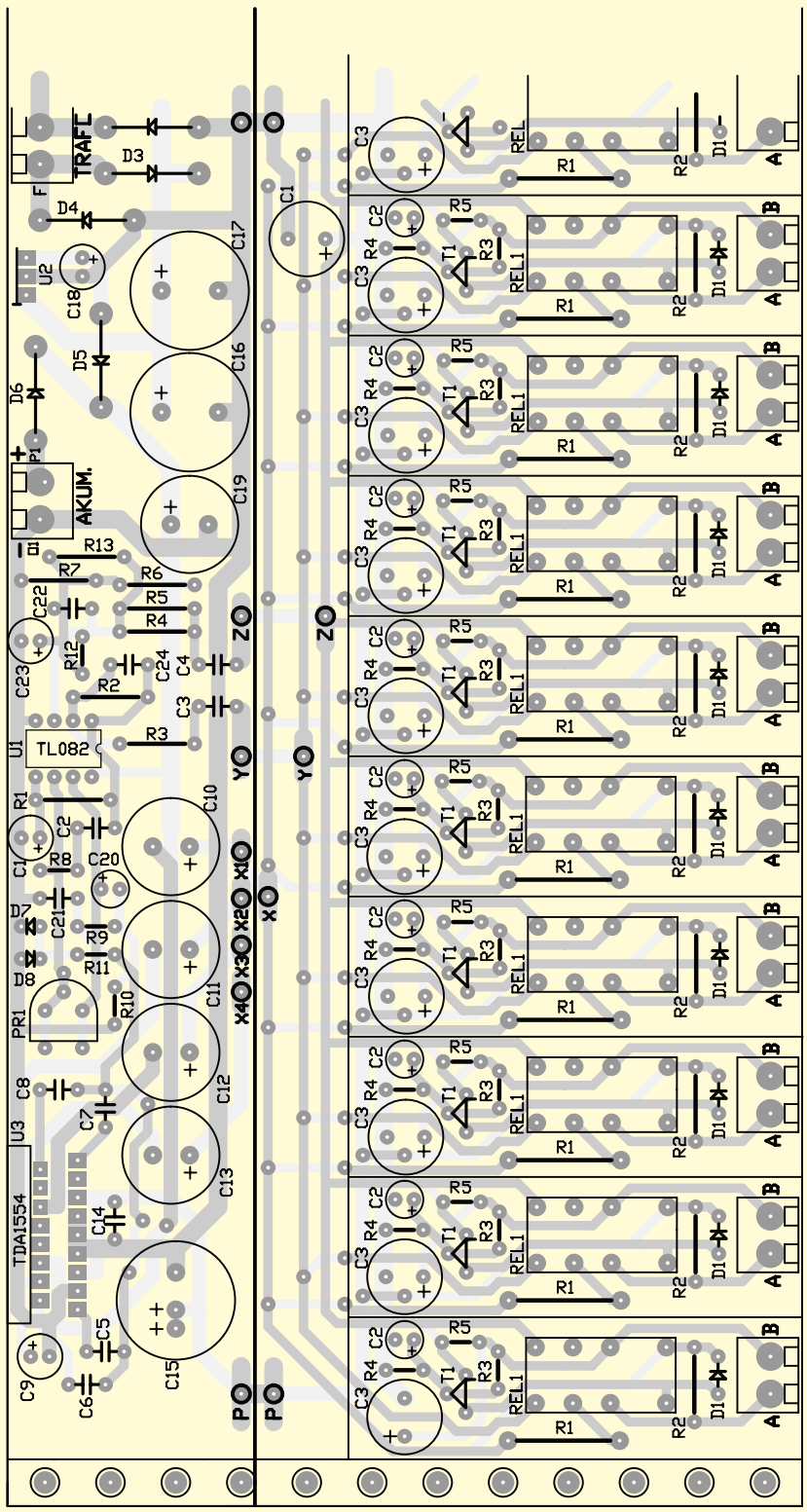
Przełącznik S2 i rezystor R1 przewidziano do skokowej regulacji głośności. Zastosowanie tu przełącznika trzypozycyjnego umożliwi uzyskanie: normalnej głośności, zmniejszonej głośności i całkowite wyłączenie głośnika. Wartość R1 dobrano drogą prób.

Naciśnięcie przycisku S1 przełączy aparat z odbioru na nadawanie. Ponieważ pierwotny sygnał z mikrofonu jest niewielki i byłby podatny na zakłócenia, wprowadzono wzmacniacz sygnału z tranzystorem T1. Elementy R3, R4, R5 i C3 polaryzują tranzystor. Rezystor R5 jest konieczny, by zapewnić odpowiednie napięcie między punktami A i B linii. Bez niego napięcie to wynosiłoby około 2V i byłoby za małe do poprawnej pracy mikrofonu elektretowego Mikr.

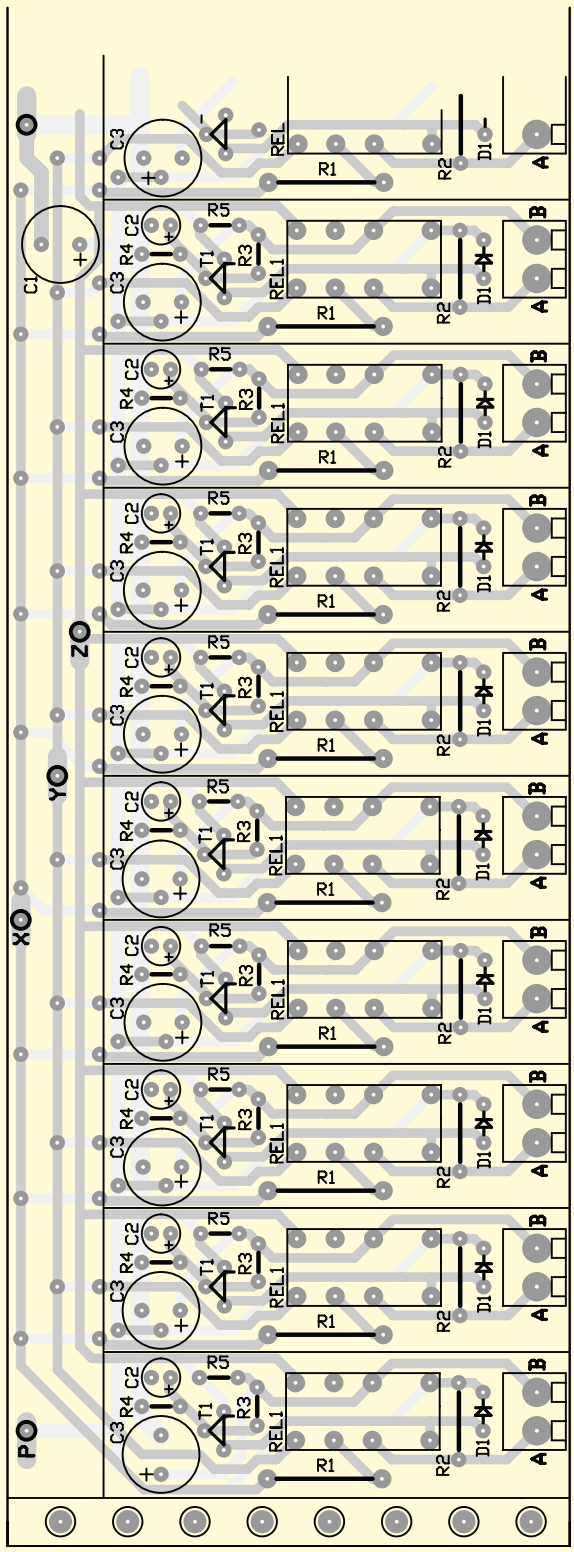
Wzmocnienie wzmacniacza mikrofonowego wyznaczone jest między innymi wartością rezystora R2, ale głównie do regulacji poziomu sygnału wysyłanego w linię służy potencjometr montażowy PR1. Potencjometr ten przewidziano na wypadek, gdy poszczególne egzemplarze mikrofonów miałyby zdecydowanie różną czułość. Mikrofony użyte w modelu miały zbliżoną czułość i nie trzeba było indywidualnie korygować wzmocnienia poszczególnych torów. Jednak wśród tanich mikrofonów elektretowych (cena poniżej 1zł) zdarzają się egzemplarze uszkodzone lub mające wyjątkowo małą czułość.

Szczegółowe wskazówki dotyczące montażu i uruchomienia zostaną podane w następnym numerze EdW.

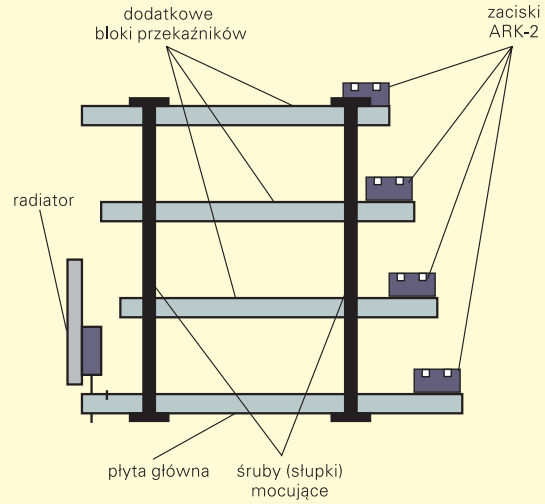
Piotr Górecki
Zbigniew Orłowski



Rys. 5. Schemat montażowy płyty głównej



Rys. 6. Schemat montażowy dodatkowego bloku przekaźników



Rys. 7. Proponowany szkic montażu płyt

Uwaga!
W urządzeniu występują napięcia mogące stanowić śmiertelne zagrożenie dla życia! Osoby niepełnoletnie mogą wykonać i uruchomić opisany układ tylko pod opieką wykwalifikowanych osób dorosłych.

Wykaz elementów aparatu abonenckiego (AVT-2xxx/3B)

Rezystory
R1: 33...68Ω
R2: 100Ω
R3,R4: 22kΩ
R5: 10kΩ
PR1: 4,7kΩ

Kondensatory
C1: 470µF/16V elektrolityczny
C2,C3: 470nF

Półprzewodniki
D1: 1N4148
D2: LED R
T1: tranzystor NPN, np. BC558B

Pozostałe
Mikr: mikrofon elektretowy dwukońcówkowy
GL: 8Ω 0,5...5W o średnicy minimum 8cm (np. GD8/1 8...16Ω)
S1: przycisk jednostabilny lub przełącznik dwupozycyjny jednoobwodowy
S2: przełącznik trzypozycyjny jednoobwodowy
zacisk śrubowy ARK-2
płytka drukowana wg rysunku 8

Uwaga: w skład zestawu AVT-2???/3 nie wchodzi głośnik i obudowa. Elementy te należy zamówić oddzielnie według upodobania.

Wykaz elementów zestawu (AVT-2xxx/4A)

Kondensatory
C1: 470µF/16V

Pozostałe
płytka drukowana wg rysunku 6

Wykaz elementów części centralnej (AVT-2xxx/1B)

Rezystory
R1,R10: 100kΩ
R2-R7,R12,R13: 10kΩ 1%
R8: 4,7kΩ
R9: 1kΩ
R11: 100Ω
PR1: 100kΩ

Kondensatory
C1,C9,C23: 100µF/16V elektrolityczny
C2,C5-C8: 220nF
C3,C4: 150nF
C10-C13,C19: 1000µF/16V elektrolityczny
C14: 100nF ceramiczny
C15: 220µF/16V elektrolityczny
C16,C17: 2200µF/25V elektrolityczny
C18: 100µF/16V elektrolityczny
C20: 10µF/16V elektrolityczny
C21: 15nF
C22: 3,3nF
C24: 1,5nF

Półprzewodniki
D1-D4: dioda 1A
D5: dioda 2A
D6: dioda SCHOTTKY 2A
D7,D8: dioda 0,2A, np. 1N4148
U1: TL082
U2: LM7815 (LM78S15 dla liczby aparatów > 15)
U3: TDA1554Q

Pozostałe
zacisk śrubowy ARK-2: 2szt
płytka drukowana wg rysunku 5
C1 dla bloku przekaźników: 470µF/16V

Uwaga! Transformator TR1 i radiatory dla stabilizatora i wzmacniacza mocy nie wchodzą w skład zestawu AVT-????/1 i należy go zamówić oddzielnie lub zdobyć we własnym zakresie.
W skład zestawu AVT-????/1 nie wchodzą elementy ani jednego toru bloku przekaźników (za wyjątkiem kondensatora C1 o pojemności 470µF), a więc należy zamówić potrzebną liczbę kompletów elementów dla poszczególnych kanałów (AVT-2???/2B), i taką samą liczbę elementów do budowy aparatów (AVT-2???/3B), a gdy liczba kanałów przekracza 10 – jedną do trzech płytek drukowanych bloku przekaźników wg rysunku 6 (AVT-2???/4A).

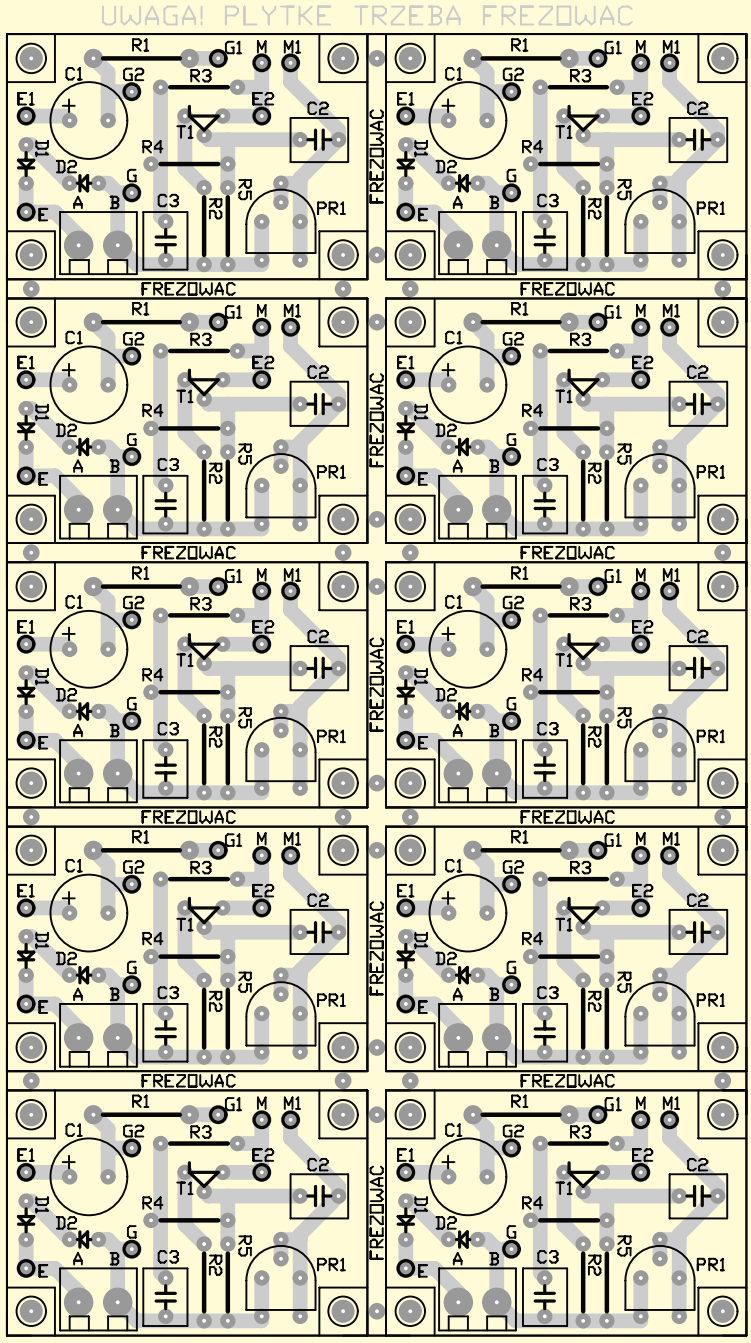
Wykaz elementów bloku przekaźników na jeden kanał (AVT-2xxx/2B)

Rezystory
R1: 12Ω 1W
R2,R5: 510Ω
R3: 10kΩ
R4: 100kΩ

Kondensatory
C2: 10µF/16V elektrolityczny
C3: 470µF/16V elektrolityczny

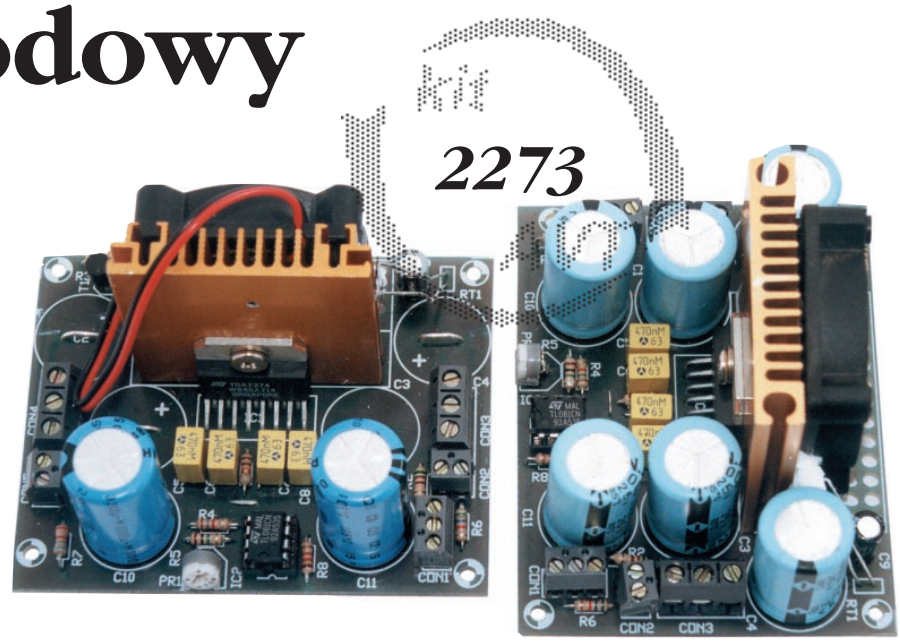
Półprzewodniki
D1: 1N4148
T1: BC548C

Pozostałe
REL1: przekaźnik (H4-M12, DS2E 12V)
zacisk śrubowy ARK-2



Rys. 8. Schemat montażowy aparatu końcowego

Uniwersalny wzmacniacz samochodowy



Proponowany układ jest tanim i prostym w wykonaniu wzmacniaczem, przeznaczonym w zasadzie do zamontowania w samochodowej instalacji nagłaśniającej. Prostota wykonania i taniość nie idzie jednak bynajmniej w parze z pogorszeniem parametrów układu. Wprost przeciwnie, zastosowanie nowoczesnego monolitycznego układu końcówki mocy pozwoliło na osiągnięcie doskonałych parametrów i co bardzo ważne, na zbudowanie urządzenia odpornego na większość „nieszczęść", jakie mogą spotkać wzmacniacz samochodowy.

W wersji podstawowej nasz wzmacniacz posiada cztery tory wzmacniające, umożliwiające zasilenie czterech niezależnych kolumn głośnikowych. Jeżeli jednak taka liczba głośników nie będzie wykorzystywana, a zależy nam na osiągnięciu dużej mocy, to przez proste dodanie kilku zwór i „wywalenie" niektórych elementów z układu możemy zbudować wzmacniacz dwukanałowy, o mocy dwukrotnie większej od mocy każdego z kanałów wersji podstawowej.

Każdy wzmacniacz mocy wydziela podczas pracy duże ilości ciepła, które muszą być odprowadzone do otoczenia. Wprawdzie zastosowany układ scalony jest zabezpieczony przed uszkodzeniem wynikającym z ewentualnego przegrzania, ale nadmierny wzrost temperatury może uniemożliwić jego poprawną pracę. Przy pracy wzmacniacza z pełną mocą (ponad 40W) do przegrzania doszłoby już po kilku sekundach! Tak więc zastosowanie odpowiedniego radiatora okazało się absolutnie konieczne.

Najczęściej jednak nie wykorzystujemy pełnej mocy wzmacniaczy akustycznych. W większości przypadków pracują one wykorzystując jedynie ułamek swoich możliwości. Jednak musimy także zapewnić sobie możliwość stworzenia w samochodzie prawdziwej dyskoteki i umożliwić układowi długotrwałą pracę na „maksymalnych obrotach". Wiąże się to z koniecznością zastosowania radiatora o bardzo dużych wymiarach, kosztownego i wykorzystywanego jedynie sporadycznie. Nie ma to większego sensu technicznego i ekonomicznego, i dlatego zdecydowaliśmy się na zastosowanie nowoczesnego i skutecznego rozwiązania jakim niewątpliwie jest chłodzenie wymuszone. Użycie radiatora z wentylatorkiem od CPU pozwoliło na radykalne zmniejszenie wymiarów wzmacniacza, bez ponoszenia większych kosztów. Autor lansował już (opis „Aktywnego radiatora") i z uporem będzie lansował dalej taką koncepcję chłodzenia urządzeń elektronicznych dużej mocy. Oferowane obecnie „wiatraczki" do procesorów i wentylatory są tak tanie i łatwo dostępne, że ich stosowanie zamiast dość kosztownych radiatorów ma także sens ekonomiczny.

Być może niektórzy czytelnicy zaniepokoili się, myśląc o szumie generowanym przez wentylator, który mógłby przeszkadzać w słuchaniu muzyki. Obawy takie są jednak całkowicie nieuzasadnione. W samochodzie, nawet jeżeli to będzie najbardziej komfortowy model Mercedesa, szum silnika zawsze zagłuszy pracę wentylatorka. Jeżeli wzmacniacz zastosujemy w domowej instalacji nagłaśniającej, to pamiętajmy, że wymuszone chłodzenie włącza się dopiero po przekroczeniu pewnej mocy wyjściowej, tak że odgłosy pracy układu chłodzenia mogą być słabo słyszalne jedynie podczas krótkich przerw w odtwarzaniu muzyki.

Opisany niżej układ nazwany został wzmacniaczem samochodowym, bo takie jest jego podstawowe zastosowanie. Nic jednak nie stoi na przeszkodzie, aby wykorzystywać go do innych celów. Niskie napięcie zasilania predestynuje nasz wzmacniacz do stosowania we wszelkiego rodzaju przenośnych instalacjach nagłaśniających, zasilanych z akumulatorów lub baterii. Bez najmniejszych przeróbek może on zostać zastosowany jako „dopalacz" do walkmana, umożliwiając głośne słuchanie muzyki np. w domku letniskowym. Dodatkowym atutem przemawiającym za zastosowaniem naszego wzmacniacza w urządzeniach o zasilaniu bateryjnym jest możliwość okresowego wprowadzania go w stan STAND BY, w którym pobór prądu jest praktycznie niemożliwy do zmierzenia za pomocą prostych przyrządów pomiarowych.

Opis działania

Podstawowy schemat naszego wzmacniacza wykonanego w wersji czterokanałowej pokazany został na **rysunku 3**. Jak widać, sercem układu jest monolityczny wzmacniacz scalony typu TDA7374. Jest to bardzo interesująca kostka i warto powiedzieć o niej parę słów. Z konieczności będą to informacje o charakterze skrótowym, ponieważ pełny opis układu zajmuje w biuletynie USKA RTV i AV 4/1995 aż 10 stron formatu A4! Do lektury tego biuletynu (dostępnego w naszej ofercie handlowej) zapraszamy czytelników, którzy chcieliby lepiej poznać zastosowany w naszym wzmacniaczu układ.

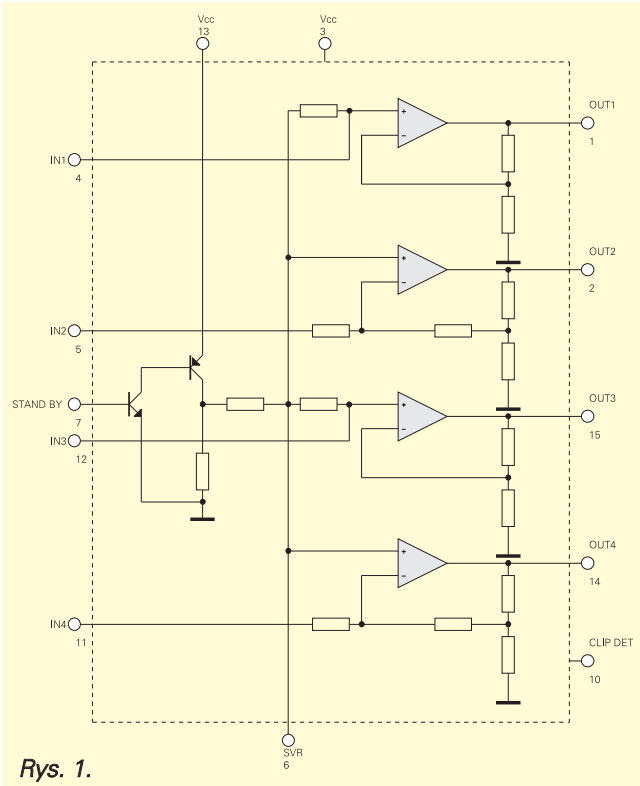
Układ TDA7374 jest poczwórnym akustycznym wzmacniaczem mocy pracującym w klasie AB, wykonanym za pomocą nowoczesnej technologii. Struktura umieszczona jest w typowej dla tej klasy układów obudowie MULTIWATT15. Podstawowym zastosowaniem układu jest praca w radioodbiornikach i radioodtwarzaczach samochodowych. Wzmacniacz umożliwia uzyskiwanie dużych mocy bez stosowania kondensatorów sprzężenia bootstrap.

Z powyższych danych można wyciągnąć wniosek, że układ TDA7374 jest

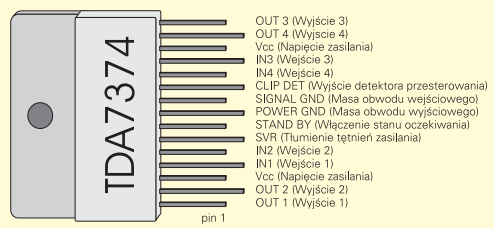
wzmacniaczem prawie idealnym, zabezpieczonym przed wszelkimi pomyłkami w montażu i awariami samochodowej instalacji nagłaśniającej. Jednak do niektórych danych katalogowych należy podchodzić z dużą ostrożnością i zabierać się za dokonywanie ryzykownych eksperymentów dopiero po zapoznaniu się z treścią **całej** karty katalogowej. Jako przykład może posłużyć podana przez producenta, umieszczona dużymi literami na początku karty katalogowej informacja o tym, że wzmacniacz jest odporny na omyłkowe odwrócenie polaryzacji zasilania. Czy oznacza to, że możemy bez najmniejszych obaw dołączyć nasz wzmacniacz „odwrotnie" do zasilania i spokojnie obserwować zachowanie się tak torturowanego układu? Bynajmniej, ponieważ w dalszej części katalogu, w szczegółowym opisie kostki TDA7374 czytamy, co następuje: „Układ może bez obawy uszkodzenia przewodzić prąd nawet do 10A o odwróconej polaryzacji przez czas dłuższy, **niż potrzebny do przepalania szybkiego bezpiecznika**". Tak więc eksperyment polegający na prostym odwróceniu polaryzacji zasilania w układzie nie zabezpieczonym bezpiecznikiem topikowym z pewnością skończyłby się natychmiastowym uszkodzeniem kostki!

Powyższe informacje pozwolą czytelnikom z grubsza zorientować się we właściwościach kostki TDA7374, po pozostałe dane odsyłamy do wspomnianego już biuletynu USKA. Warto jednak jeszcze opisać dwa wyprowadzenia układu, które mogą posłużyć do ciekawych (bezpiecznych!) eksperymentów i ewentualnej rozbudowy układu. Na **rysunku 1** pokazano uproszczony schemat budowy wewnętrznej układu, a na **rysunku 2** opis jego wyprowadzeń.

Wzmacniacz TDA7374 wyposażony został w wewnętrzny układ wykrywający nasycenie jednego z czterech stopni wyjściowych, czyli przesterowanie wzmacniacza objawiające się silnymi zniekształceniami. Informowaniu „otoczenia" o takim fakcie służy wyjście oznaczone CD (Clip Detection). Jest to wyjście typu otwarty kolektor, którego stanem aktywnym jest przewodzenie tranzystora wyjściowego w momencie osiągnięcia przez



Rys. 1.



Rys. 2.

którekolwiek z wyjść określonego poziomu zniekształceń. Wyprowadzenie to może zostać wykorzystane do realizacji współpracy układu wzmacniacza z kompresorem wzmocnienia, co zapewni wysoką jakość dźwięku przy wszystkich poziomach odsłuchu. W najprostszym przypadku wyjście to może zostać wykorzystane do włączania diody LED w momencie przesterowania wzmacniacza. W naszym układzie diodę taką możemy dołączyć do wyjścia oznaczonego CON2, a rezystor R2 ogranicza płynący przez nią prąd.

Drugim wyprowadzeniem układu, które może zainteresować wielu czytelników jest wejście SBY (STAND BY). Podczas normalnej pracy wzmacniacza jest ono dołączone do plusa zasilania za pośrednictwem rezystora R1. Rezystor ten, łącznie z kondensatorem C13 tworzą filtr RC zabezpieczający przed powstawaniem przykrych stuków w momencie włączania zasilania układu. Podanie na wejście SBY stanu niskiego (zwarcie go do masy) spowoduje natychmiastowe wyłączenie wzmacniacza i przejście w stan oczekiwania, przy którym pobór prądu spada do pomijalnie małej wartości. W instalacji samochodowej, dysponującej z zasady wielką rezerwą mocy, wejście to możemy pozostawić nie wykorzystywane. Natomiast w urządzeniach zasilanych z baterii może ono oddać nieocenione usługi. Zachęcamy czytelników do prób zbudowania np. prostego detektora wykrywającego sygnały akustyczne na wejściach wzmacniacza. Przy braku tych sygnałów układ przełączałby wzmacniacz w stan oczekiwania, oszczędzając w ten sposób kosztowne baterie.

Cała dolna część schematu przedstawia układ sterowania wentylatorem chłodzącym radiator zamocowany do kostki TDA7374. W układzie zastosowano najprostszy i najtańszy wzmacniacz operacyjny typu TL081, pracujący w układzie komparatora napięcia. Porównuje on napięcie uzyskiwane z dzielnika z termistorem RT1 z napięciem regulowanym za pomocą potencjometru montażowego PR1. Jeżeli oporność termistora RT1 pod wpływem

Podstawowe właściwości wzmacniacza

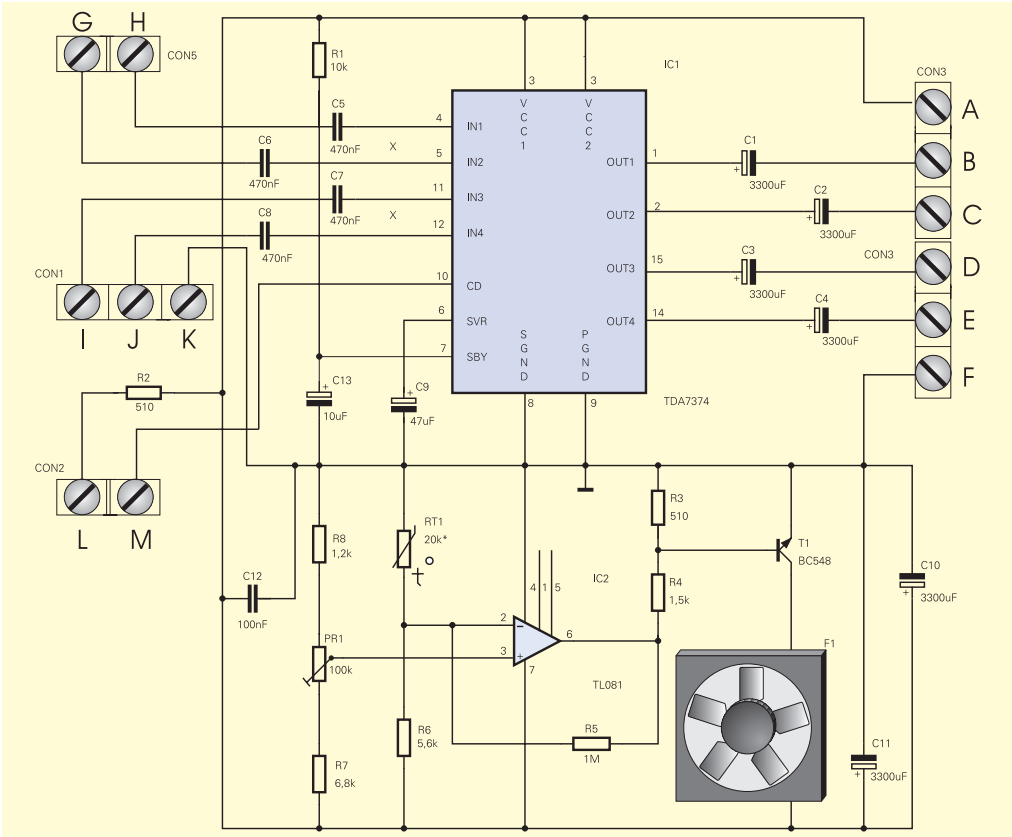
- Minimalna liczba elementów zewnętrznych
- Rozwiązanie układowe bez sprzężenia zwrotnego bootstrap
- Możliwość pracy w układzie BTL (dwa kanały o podwyższonej mocy wyjściowej
- Detektor przesterowania wzmacniacza
- Stałe wzmocnienie
- Bardzo mały prąd w stanie oczekiwania (typowo 1μA)
- Zabezpieczenie przed zwarciem wyjść do masy i napięcia zasilania
- Zabezpieczenie przed przekroczeniem bezpiecznej temperatury pracy
- Zabezpieczenie przed impulsowymi przepięciami zasilania
- Zabezpieczenie przed odłączeniem obwodu masy
- Zabezpieczenie przed odwrotną polaryzacją zasilania
- Zabezpieczenie przed wyładowywaniami elektrostatycznymi

Parametry charakterystyczne

· Zakres napięć zasilania	8...18VDC
· Spoczynkowy prąd zasilania (bez włączania trybu STAND BY)	maks. 150mA
· Maksymalna moc wyjściowa	4x10,5W (przy zasilaniu 14VDC)
· Wzmocnienie napięciowe	26dB
· Zniekształcenia	0,1% przy 10W mocy wyjściowej
· Impedancja wejściowa	10kΩ
· Prąd w stanie oczekiwania	1μA

temperatury spadnie poniżej wartości powodującej powstanie na wejściu 2 wzmacniacza napięcia mniejszego od ustawionego na wejściu 3, to na wyjściu wzmacniacza postanie stan „wysoki". Tranzystor T1 zacznie przewodzić, włączając wentylatorek F1. Po opadnięciu temperatury wymuszone chłodzenie wyłączy się. Tak więc układ pracuje jakby jako regulator temperatury, zapewniając kostce TDA7374 stabilne warunki pracy. Rezystor R5 wprowadza do układu niewielką histerezę, zabezpieczając go przed ewentualnym wzbudzaniem się.

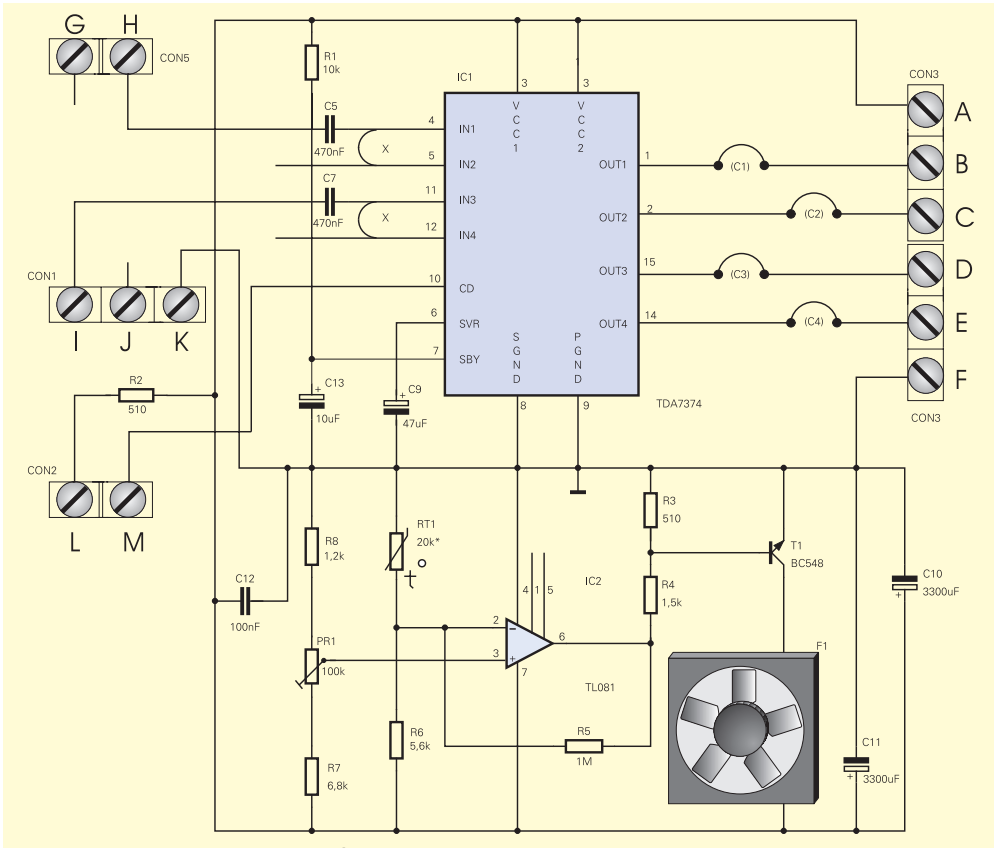
Na **rysunku 4** przedstawiono drugą wersję układu wzmacniacza, która być może zostanie uznana przez wielu czytelników za podstawową. Tym razem TDA7374 pracuje w układzie podwójnego wzmacniacza BTL (mostkowego). Dopiero teraz widać, że informacja producenta o minimalnej liczbie elementów zewnętrznych potrzebnych do pracy TDA7374 nie była bynajmniej czczą przechwałką. Do zbudowanie wysokiej klasy wzmacniacza 2x21W potrzebne są zaledwie 4 kondensatory (nie licząc kondensatorów blokujących zasilanie) i jeden rezystor! I pomyśleć tylko, że za czasów „elektronicznej młodości" autora zbudowanie takiego układu wymagałoby zastosowania kilkunastu tranzystorów i wielkiej liczbie elementów biernych, a i tak zmontowany układ pracowałby najczęściej jako generator!



Rys. 3. Schemat ideowy wersji czterokanałowej

W wersji dwukanałowej nie stosujemy elektrolitycznych kondensatorów wyjściowych, dołączając głośniki bezpośrednio do odpowiednich wyjść układu (szczegółowy opis dołączenia głośników w dalszej części artykułu). Wejścia TDA7374 zostały także odpowiednio połączone parami. Przy pracy wzmacniacza w układzie BTL uzyskujemy dwukrotne zwiększenie mocy kosztem rezygnacji z dwóch kanałów. Nasz układ będzie teraz pracował jako typowy wzmacniacz stereofoniczny, dostosowany do współpracy z większością tanich odbiorników i radioodtwarzaczy samochodowych.

Pozostała część układu jest identyczna, jak w wersji czterokanałowej i nie wymaga komentarza.



Rys. 4. Schemat ideowy wersji dwukanałowej

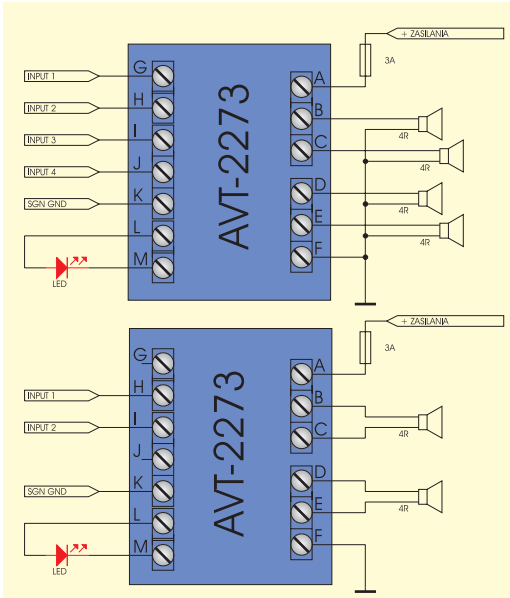
Montaż i uruchomienie

Na **rysunku 5** przedstawiono mozaikę ścieżek płytki drukowanej wzmacniacza oraz rozmieszczenie na niej elementów. Płytka została zaprojektowana jako uniwersalna, co pozwoli na zmontowanie na niej dowolnie wybranej wersji wzmacniacza, oraz na ewentualną zmianę tej wersji w gotowym układzie. Płytka została wykonana na laminacie jednostronnym i niestety nie unik-

nięto konieczności zastosowania dwóch zwór, oznaczonych na schemacie symbolem „Z". Od nich właśnie rozpoczniemy montaż układu, w dalszej kolejności wlutowując w płytkę rezystory i inne elementy o mniejszych gabarytach. Jak zwykle w układach „samochodowych" zastosowanie podstawki pod IC2 jest sprawą dyskusyjną: jeżeli jednak ją zastosujemy, to musi to być podstawka najwyższej jakości, najlepiej tzw. precyzyjna.

Po wlutowaniu mniejszych elementów musimy podjąć decyzję, jaką wersję wzmacniacza chcemy wykonać. Jeżeli będzie to wersja czterokanałowa, to montujemy wszystkie elementy widoczne na schemacie z rysunku 3, pozostawiając wlutowanie IC1 wraz z radiatorem na koniec. Jeżeli natomiast zdecydowaliśmy się na budowę wzmacniacza stereofonicznego to kondensatory C1...C4 zastępujemy zworami wykonanymi dość grubym drutem (najlepiej srebrzanką 1mm). Następnie wykonujemy kolejne, dodatkowe zwory w punktach oznaczonych na płytce symbolem „X". Kondensatorów wejściowych C3 i C8 nie montujemy.

Ostatnią czynnością podczas montażu wzmacniacza, którą zostawiliśmy sobie „na deser" będzie przykręcenie radiatora do IC1 oraz wlutowanie tego układu w płytkę. W układach prototypowych stosowane były dwa typy radiatorów z wentylatorami: od procesora 486 i od PENTIUM. Radiatory takie można nabyć w sieci handlowej AVT oraz w każdym sklepie z osprzętem komputerowym. Dobrym miejscem zakupu radiatorów są także giełdy komputerowe, gdzie oferowane są one w wielkim asortymencie, zróżnicowanym pod względem efektywności chłodzenia i oczywiście, ceny. Podczas prób laboratoryjnych większy i wyposażony w mocniejszy wentylatorek radiator od procesora PENTIUM wykazał się większą efektywnością chłodzenia i taki właśnie radiator polecamy Czytelnikom.

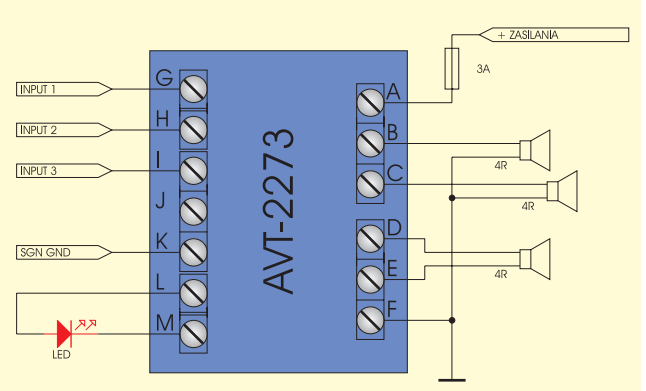


Rys. 6.

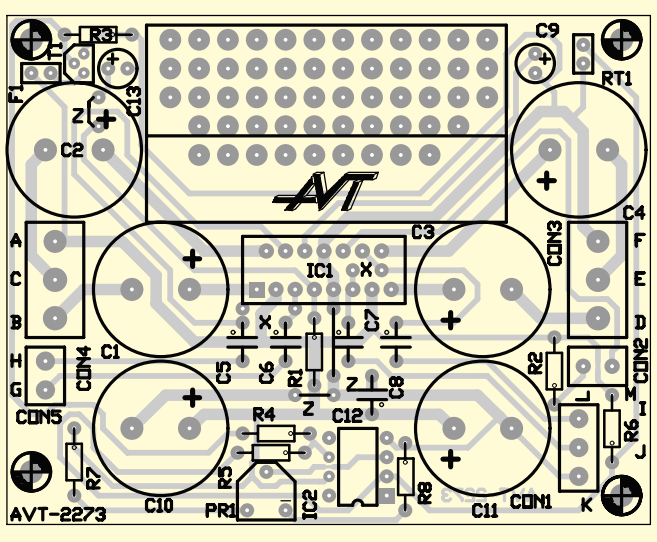
Pierwszą czynnością podczas montażu radiatora będzie chwilowe zdjęcie z niego wentylatora, który mógłby zostać uszkodzony podczas wiercenia otworu pod śrubkę mocującą układ scalony. W radiatorze wiercimy otworek o średnicy 2mm, uważając, aby wypadł on dokładnie pomiędzy jego żeberkami. Następnie przykręcamy do radiatora układ TDA7374, **nie zapominając o zastosowaniu silikonowej pasty polepszającej odprowadzania ciepła**. Kolejną czynnością będzie ponowne zamontowanie wentylatorka na radiatorze, a następnie wlutowanie układu IC1 w płytkę.

Otwarta pozostaje sprawa przymocowania radiatora do płytki. „Zawieszenie" go na wyprowadzeniach IC1 z pewnością skończyłoby się ich uszkodzeniem! W układach modelowych radiator został po prostu przyklejony do płytki za pomocą znacznej ilości kleju POXIPOL. Możemy także zastosować klej DISTAL, dobre rezultaty można także osiągnąć za pomocą poliestrowej szpachlówki do naprawiania karoserii samochodowych. Sposób montażu radiatora zależy od jego typu i z pewnością w wielu przypadkach można będzie zastosować połączenia śrubowe.

Zmontowany układ wzmacniacza nie wymaga ani uruchamiania ani jakiejkolwiek regulacji i „odpala" natychmiast po włączeniu zasilania. Natomiast układ sterowania wentylatorem radiatora wymaga prostej regulacji. W tym celu należy termistor RT1 podgrzać do temperatury np. ok. 60°C. Następnie pokręcając potencjometrem regulacyjnym PR1 „łapiemy" punkt włączenia się wentylatora. Jeżeli układ ma pracować w instalacji samochodo-



Rys. 7.



Rys. 5. Schemat montażowy

Wykaz elementów

Rezystory
R1: 10kΩ
R3, R2: 510Ω
R4: 1,5kΩ
R5: 1MΩ
R6: 5,6kΩ
R7: 6,8kΩ
R8: 1,2kΩ
PR1: 100kΩ
RT1: ok. 20kΩ* przy 18°C

Kondensatory
C1, C2, C3, C4, C10, C11: 3300µF/25V
C6, C5, C7, C8: 470nF MKT
C9: 47µF/25
C12: 100nF MKT
C13: 10µF/25V

Półprzewodniki
IC1: TDA7374
IC2: TL081
T1: BC548 lub odpowiednik
Dioda LED dowolnego koloru i średnicy

Pozostałe
CON3, CON4: ARK3
CON1: mini ARK3 (3,5mm)
CON5, CON2: mini ARK2 (3,5mm)
F1: wentylatorek z radiatorem (nie wchodzi w skład kitu AVT-2273B) patrz tekst)

wej, to po zakończonej regulacji koniecznie musimy zabezpieczyć PR1 przed przesunięciem pod wpływem drgań, za pomocą kropli lakieru lub kleju. Natomiast termistor RT1 należy docisnąć do radiatora i najlepiej przykleić za pomocą kropli dobrze przewodzącego ciepło kleju silikonowego.

Dołączenie diody LED do układu jest opcjonalne, może jednak ona niekiedy okazać się użyteczna, np. podczas dopasowywania naszego wzmacniacza do radioodbiornika samochodowego.

Na **rysunku 6** pokazany jest sposób połączenia każdej z wersji wzmacniacza z głośnikami, napięciem zasilającym i stopniem wejściowym. Jeżeli jednak nasz układ będzie, zgodnie ze swoim podstawowym przeznaczeniem, pracował w instalacji samochodowej, to zanim umieścimy go w obudowie (koniecznie z otworami wentylacyjnymi) i samochodzie, to spodnią powierzchnię płytki musimy dokładnie zabezpieczyć lakierem elektroizolacyjnym (dostępny w ofercie AVT). Pamiętajmy, że nawet w samochodzie dobrej marki wilgoć potrafi się wcisnąć wszędzie!

Jeszcze jedna, użyteczna uwaga. Sygnał wyjściowy z odbiornika samochodowego może okazać się zbyt silny (nie ma takich obaw w przypadku walkmana) i wystąpi zjawisko przesterowania wzmacniacza przy większej sile głosu. Taki przypadek możemy stwierdzić „na słuch" lub obserwując diodę LED dołączoną do wyjścia układu. Środek zaradczy jest bardzo prosty: zastosowanie prostego dzielnika napięcia na wejściu naszego wzmacniacza. Autor zakłada, że jego czytelnicy wiedzą, jak taki dzielnik wykonać!

A teraz, na deser coś ekstra! Na **rysunku 7** pokazano jeszcze jeden sposób skonfigurowania naszego wzmacniacza. Jest to układ trójkanałowy, w którym dwa kanały stereo pracują z mocą 10W, a trzeci kanał wykorzystuje dwa wzmacniacze pracujące w układzie BTL i dysponuje mocą 21W. Układ taki może być użyteczny przy konstruowaniu bardziej rozbudowanych systemów nagłaśniających. W takim systemie dwa kanały 10W mogą zostać wykorzystane do przenoszenia sygnału stereo, a trzeci kanał o podwojonej mocy można wykorzystać do zasilania środkowego głośnika przenoszącego tony niskie i z zasady wymagającego wzmacniacza większej mocy. I pomyślcie tylko, ile możliwości kryje w sobie ta jedna, prosta w stosowaniu i tania kostka – TDA7374!

Autorowi pozostaje już tylko życzyć zmotoryzowanym czytelnikom miłego słuchania muzyki podczas podróży (ale błagam, nie za głośno)!

Zbigniew Raabe

Wielokanałowy interkom

ciąg dalszy ze str. 9

Z jednej strony tory te dołączane są przez przekaźniki do punktów X, Y, Z. Oczywiście punkty te dołączone są do punktów Y, Z i jednego z punktów X centralki; podobnie jak punkty obwodu zasilania P, O.

Z drugiej strony każdy tor ma wyjścia oznaczone A i B prowadzące przez linie połączeniowe do aparatów.

Jak się łatwo domyślić, w stanie spoczynku przekaźniki nie pracują. Przebiegi zmienne z wyjścia wzmacniacza (czyli z punktu Y) są podawane przez rezystory R1 i bierne styki przekaźników, przez punkt A na głośnik aparatu abonenckiego (włączony w szereg z kondensatorem), i z powrotem przez punkt B i kondensator C3 do masy. W punkcie A i w punkcie X napięcie jest równe dodatniemu napięciu zasilania, co właściwie polaryzuje kondensatory C10...C13 w części centralowej. Rezystory R1 są konieczne między innymi dlatego, by przy włączeniu do jednego wyjścia wzmacniacza dziesięciu głośników 8-omowych, całkowita oporność obciążenia nie była mniejsza niż 2Ω. Dodatkowo rezystory R1 umożliwiają poprawną pracę systemu także podczas przypadkowego zwarcia jednej z linii, zapobiegając bezpośredniemu zwarciu wyjścia wzmacniacza mocy.

W stanie spoczynku wejście przedwzmacniacza, czyli punkty Y i Z nie są połączone z żadnym źródłem sygnału i tym samym w głośnikach panuje cisza.

Naciśnięcie przycisku w jednym z aparatów powoduje dołączenie mikrofonu i przepływ prądu stałego przez rezystory R2 i R5 odpowiedniego kanału. Spadek napięcia na rezystorze R5 powoduje otwarcie tranzystora T1 przez obwód R3, R4 i kondensator filtrujący C2. Tranzystor uruchamia przekaźnik i mikrofon zostaje połączony do punktów Y i Z.

Praca systemu przy naciśnięciu kilku przycisków nie wymaga komentarza.

Schemat ideowy aparatu abonenckiego jest pokazany na rysunku 4. Ponieważ pokazany układ wymaga odpowiedniej biegunowości napięcia stałego (połączone punkty A i B bloku przekaźników i aparatu), zastosowano wskaźnik niewłaściwego podłączenia aparatu z czerwoną diodą D2 włączoną przez zwykłą diodę D1. Wskaźnik ten jest potrzebny tylko podczas montażu systemu, potem w czasie pracy dioda D2 oczywiście nigdy nie będzie świecić. Sprawa właściwej biegunowości jest ważna, ponieważ przy odwrotnym włączeniu aparatu kondensator C1 w aparacie może się uszkodzić, a nawet eksplodować. Dlatego nawet w obecności diod D1 i D2 nie należy pozostawiać na dłużej aparatu włączonego do linii odwrotnie.

Działanie aparatu jest bardzo proste. Przełącznik S1 raczej powinien być przełącznikiem niestabilnym, powracającym samoczynnie do położenia spoczynkowego, ale może też być zwykłym przełącznikiem dwupozycyjnym. W położeniu spoczynkowym głośnik jest dołączony do linii przez kondensator C1, a więc w linii na pewno nie będzie wtedy płynął prąd stały.

Przełącznik S2 i rezystor R1 przewidziano do skokowej regulacji głośności. Zastosowanie tu przełącznika trzypozycyjnego umożliwi uzyskanie: normalnej głośności, zmniejszonej głośności i całkowite wyłączenie głośnika. Wartość R1 dobrano drogą prób.

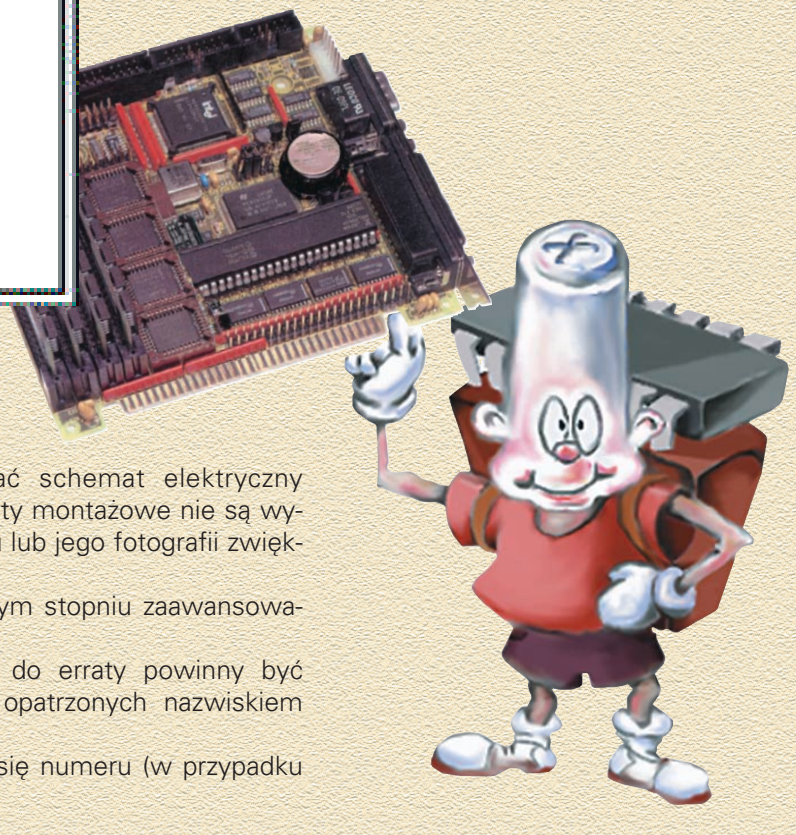
Naciśnięcie przycisku S1 przełączy aparat z odbioru na nadawanie. Ponieważ pierwotny sygnał z mikrofonu jest niewielki i byłby podatny na zakłócenia, wprowadzono wzmacniacz sygnału z tranzystorem T1. Elementy R3, R4, R5 i C3 polaryzują tranzystor. Rezystor R5 jest konieczny, by zapewnić odpowiednie napięcie między punktami A i B linii. Bez niego napięcie to wynosiłoby około 2V i byłoby za małe do poprawnej pracy mikrofonu elektretowego Mikr.

Wzmocnienie wzmacniacza mikrofonowego wyznaczone jest między innymi wartością rezystora R2, ale głównie do regulacji poziomu sygnału wysyłanego w linię służy potencjometr montażowy PR1. Potencjometr ten przewidziano na wypadek, gdy poszczególne egzemplarze mikrofonów miałyby zdecydowanie różną czułość. Mikrofony użyte w modelu miały zbliżoną czułość i nie trzeba było indywidualnie korygować wzmocnienia poszczególnych torów. Jednak wśród tanich mikrofonów elektretowych (cena poniżej 1zł) zdarzają się egzemplarze uszkodzone lub mające wyjątkowo małą czułość.

Szczegółowe wskazówki dotyczące montażu i uruchomienia zostaną podane w następnym numerze EdW.

Piotr Górecki
Zbigniew Orłowski

Szkoła KONSTRUKTORÓW



Rozwiązanie zadania powinno zawierać schemat elektryczny i zwięzły opis działania. Model i schematy montażowe nie są wymagane. Przysłanie działającego modelu lub jego fotografii zwiększa szansę na nagrodę.

Ponieważ rozwiązania nadsyłają czytelnicy o różnym stopniu zaawansowania, mile widziane jest podanie swego wieku.

Ewentualne listy do redakcji czy spostrzeżenia do erraty powinny być umieszczone na oddzielnych kartkach, również opatrzonych nazwiskiem i pełnym adresem.

Czas nadsyłania prac wynosi 30 dni od ukazania się numeru (w przypadku prenumeratorów – od otrzymania pisma pocztą).

Zadanie 25

W naszym czasopiśmie i samej Szkole poświęciliśmy dużo uwagi urządzeniom alarmowym. Z wiadomych względów temat ten jest coraz bardziej aktualny, dlatego nadal będzie się on pojawiał na naszych łamach.

Ponieważ ostatnio przedstawiliśmy w EdW szereg kolejnych informacji przydatnych do konstruowania różnorodnych układów alarmowych, zdecydowałem się zaproponować wam, byście zastanowili się nad problemem, który już dawno zaproponował **Grzegorz Kaczmarek z Opola**.

Zwrócił on uwagę na problem kradzieży na polach namiotowych i kempingach. Rzeczywiście, namiot i zawarte w nim przedmioty są łatwym łupem złodzieja.

Temat zadania brzmi:

Zaprojektować niedrogi i funkcjonalny system alarmowy dla ochrony namiotu.

Zdaję sobie sprawę z wątpliwej skuteczności takiego zabezpieczenia, ale lepsze jakiekolwiek, niż żadne. Poza tym, jak to zwykle w Szkole, rzecz w tym, by się czegoś nauczyć, rozwiązując kompleksowo postawiony problem. Na co będę zwracał uwagę?

Urządzenie na pewno musi być tanie.

Zapewne największym problemem będzie kwestia czujników – co ma wywoływać alarm? Jak długo ma trwać alarm (nie może przecież wyć aż do wyczerpania baterii). Czym włączać i wyłączać system? Jak zapewnić pomijalnie mały pobór prądu w stanie czuwania? Jaką zastosować obudowę, jakie źródło zasilania?

Pomyślcie nad tym, być może wasze rozwiązanie będzie się nadawać także do innego celu, a nie tylko do ochrony namiotu.

Nie ukrywam, że w ramach rozwiązania zadania spodziewam się działających modeli.

Już teraz zastrzegam sobie prawo do ewentualnego wykorzystania najlepszego rozwiązania nie w Szkole, tylko wśród projektów Elektronika-2000, oczywiście jeśli rzeczywiście któryś z projektów okaże się godny szczegółowego zaprezentowania.

Przy okazji przypominam o planach, aby zdecydowana większość tematów zadań stawianych w Szkole Konstruktorów pochodziła od Was, Czytelników EdW. Zachęcam do nadsyłania propozycji. Pomysłodawcy opublikowanych tematów otrzymają nagrody rzeczowe.

Rozwiązanie zadania 21

Temat zadania 21 brzmiał: „Zaprojektować układ lub system, pozwalający monitorować zużycie energii elektrycznej w gospodarstwie domowym".

Zgodnie z moimi oczekiwaniami i opinią wyrażoną przy ogłaszaniu zadania, problem okazał się rzeczywiście trudny. Zupełnie nie spodziewałem się modeli urządzeń, a jedynie ogólnej koncepcji i schematów ideowych. Wręcz odradzałem eksperymenty z układami dołączonymi bezpośrednio do sieci energetycznej.

Ze względu na stopień trudności zadania, tym razem otrzymałem kilka rozwiązań, w tym, co mnie bardzo zaskoczyło, jedną fotografię sensownego modelu!

Koncepcje

Rozwiązania mogę podzielić na dwie grupy.

Jedna to **wskaźniki mocy** aktualnie pobieranej, druga to układy do **pomiaru energii** zużytej w pewnym odcinku czasu.

W każdym przypadku działanie zarówno mierników mocy jak i liczników energii opiera się na pomiarze prądu pobieranego z sieci.

Większość kolegów chciałaby monitorować ten prąd, mierząc spadek napięcia na szeregowym rezystorze o niewielkiej wartości.

Niektórym mniej uważnym Czytelnikom trochę się poplątały dwie idee. Dlatego przypominam: **miernik poboru mocy** mierzyłby chwilowy pobór mocy (na przykład całkowity pobór mocy przez urządzenia włączone w mieszkaniu). We wskaźnikach mocy wystarczy wzmocnić i wyprostować napięcie ze wspomnianego rezystora, a następnie podać na miernik napięcia stałego (wskazówkowy, linijkę LED, lub cyfrowy). Przykładowo, jeśli na widocznym wskaźniku (linijce LEDów) zapaliłyby się diody żółte lub czerwone, mogłoby to zachęcić domowników na przykład do wyłączenia niepotrzebnie zapalonych lamp. Taki centralny wskaźnik mocy miałby swoim wskazaniem mobilizować do wyłączania niepotrzebnych odbiorników prądu, zwłaszcza lamp. Jeszcze raz podkreślam, że miałby to być **miernik mocy**, a **nie licznik energii**.

Innym zastosowaniem miernika poboru mocy byłoby monitorowanie pracy konkretnego urządzenia, na przykład jakiegoś układu, uruchamianego w pracowni konstruktora. Ktoś zechce sprawdzić, jak często włącza się silnik sprężarki lodówki. Przecież nie pracuje on stale i moc podana w instrukcji jest mocą pobieraną tylko w czasie pracy silnika.

Tu przechodzimy do drugiej grupy rozwiązań – **liczników energii**. Sprawdzanie rzeczywistego poboru energii przez lodówkę, na przykład w ciągu doby, za pomocą miernika mocy byłoby na pewno kłopotliwe, bo trzeba byłoby zapisywać przez ile czasu silnik pracuje, a kiedy lodówka nie pobiera mocy. Ten problem zostaje wyeliminowany po zastosowaniu licznika energii. W układach licznika zużytej energii konieczne jest całkowanie mocy (lub prądu) w czasie, czyli automatyczne zwiększanie licznika w stopniu zależnym od chwilowego poboru mocy. Najprościej wykonać to w sposób cyfrowy, i w takim wypadku układ musi zawierać przetwornik napięcie/częstotliwość oraz licznik impulsów z cyfrowym wyświetlaczem.

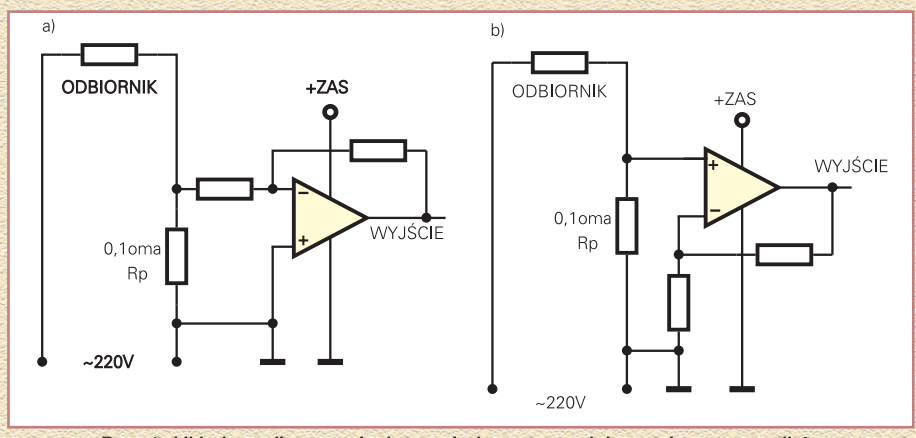
Wiem z doświadczenia, że często wśród domowników zdarzają się spory, co zużywa więcej energii: telewizor, czy lodówka, pralka czy żelazko. Problem ten występuje zwłaszcza wtedy, gdy dwie lub więcej rodzin rozlicza się za energię według wskazań wspólnego licznika. Zastosowanie nawet niezbyt precyzyjnego **licznika energii** pozwoli w bardzo prosty sposób porównać, czy na przykład więcej kosztuje jeden cykl prania w pralce automatycznej, czy dziesięć godzin pracy telewizora.

Wskaźniki mocy pobieranej

Dwa rozwiązania z tej grupy, kolegów **Piotra Jurczyka** z Wąchocka oraz **Zbigniewa Wojciechowskiego** z Lubaczowa, zawierały opis prostego miernika prądu ze wskaźnikiem LM3914. Piotr chciałby mierzyć spadek napięcia na szeregowym rezystorze 0,1Ω 10W, włączonym w obwód sieci. Proponuje wykorzystać prostownik liniowy ze wzmacniaczem operacyjnym LM358 (LM324). Układ miałby być zasilany z sieci przez transformator TS2/15.

Idea przedstawiona przez Piotra jest jak najbardziej słuszna i można go za to słusznie pochwalić, ale do proponowanego układu można też mieć kilka zastrzeżeń. Autor, mający 17 lat, nie musi znać wszystkich szczegółów budowy i działania wzmacniaczy operacyjnych, dlatego nie wymagam doskonałości układu, jednak proponowany układ klasycznego prostownika aktywnego nie będzie działał zgodnie z intencjami swego twórcy, nawet w przypadku zastosowania kostki LM358 lub LM324, która może pracować przy napięciach wejściowych, zbliżonych do ujemnego napięcia zasilającego, w tym przypadku – masy. Trzeba przecież pamiętać, że wyjście żadnego wzmacniacza operacyjnego nie może dostarczyć napięć wykraczających poza napięcia zasilające, w tym przypadku – napięć ujemnych w stosunku do masy (co byłoby niezbędne do pracy klasycznego prostownika aktywnego). Nie jest to jednak wielka wpadka, bo układ Piotra w sposób zupełnie przez niego nieprzewidziany być może będzie nawet spełniał swoje funkcje.

Należy bowiem zauważyć, że jeśli wzmacniacz operacyjny będzie pracował w układzie wg **rysunku 1a**, gdy na wejściach napięcie będzie mieć potencjał masy (minusa zasilania), to w zasadzie nie są potrzebne żadne diody – układ będzie prostownikiem jednopołówkowym, reagującym na ujemne połówki sygnału wejściowego, dający na wyjściu dodatnie połówki sinusoidy.



Rys. 1. Układy zasilane napięciem pojedynczym, pełniące rolę prostowników

Podobnie prostownikiem jednopołówkowym (tym razem reagującym na dodatnie połówki sygnału) powinien być układ bez jakichkolwiek diod, pokazany na **rysunku 1b**.

Oczywiście w układach z rysunku 1 nie mogą pracować dowolne wzmacniacze operacyjne, a jedynie te, których producent przewidział możliwość pracy z napięciami wejściowymi równymi ujemnemu napięciu zasilającemu (właśnie LM358 lub LM324).

Rozwiązanie bliskie pokazanemu na rysunku 1a, ale jednak z diodą, zaproponował Zbigniew Wojciechowski.

Jego układ również zawiera kostki LM3914 i LM358, i jest zasilany bezpośrednio z sieci przez kondensator 470nF/630V. Mankamentem obu wspomnianych rozwiązań jest zastosowanie „liniowej" kostki LM3914. Przy dziesięciu diodach, praktyczna przydatność wskaźnika będzie problematyczna, a może nawet żadna. Jeśli na przykład zakres pomiaru będzie wynosił 10A (2,2kW), to pierwsza dioda będzie się zapalać dopiero przy poborze równym 1A (220W). Znacznie lepsze byłoby użycie „logarytmicznej" kostki LM3915, w której pierwsza dioda zapalałaby się już przy około 70W.

Zbyszek słusznie zrezygnował z pomiaru spadku napięcia na dodatkowym rezystorze, włączanym w układ. Błysnął pomysłowością i proponuje mierzyć spadek napięcia na... bezpieczniku, który na pewno występuje w instalacji. Pomysł rzeczywiście oryginalny, ale po pierwsze ze względów bezpieczeństwa stanowczo sprzeciwiam się włączaniu czegokolwiek równolegle do głównego bezpiecznika, chroniącego obwody całego mieszkania, a po drugie takie rozwiązanie ogranicza zakres zastosowań wskaźnika, bo musi być umieszczone blisko skrzynki bezpiecznikowej.

Nie ma chyba też sensu wykorzystywania bezpiecznika w roli rezystora szeregowego w urządzeniu, które byłoby wyposażone we wtyczkę i gniazdo, a służyłoby do pomiaru mocy pobieranej przez pojedyncze odbiorniki. Urządzenie takie na pewno przydałoby się nie tylko ze względu na oszczędność prądu, ale przede wszystkim byłoby świetną pomocą przy uruchamianiu urządzeń w pracowni każdego elektronika-konstruktora.

Niewykluczone, że takie urządzenie zostanie zaprezentowane wśród projektów EdW jeszcze w tym roku.

Zamiast bezpiecznika (który przecież też jest swego rodzaju rezystorem), można wykorzystać spadek napięcia na... krótkim odcinku zwykłego miedzianego przewodu, który będzie miał rezystancję rzędu kilku czy kilkunastu miliomów. Maleńkie napięcie z takiego „rezystora pomiarowego" można przecież wzmocnić.

Takiego sposobu nie zaproponował nikt, a jest on co najmniej godny rozważenia.

W przeciwnym wypadku można dojść do absurdu – na przykład jeden z kolegów proponuje włączyć rezystor 0,1Ω i mierzyć prądy do 16A. Jak słusznie zauważył, rezystor musi mieć obciążalność, bagatela, 26 watów!

Tak duża moc wydzielana przekreśla całkowicie słuszną ideę pomiaru. A przecież wystarczyłoby zmniejszyć rezystancję i, no właśnie, wykorzystać niewielki spadek napięcia na rezystancji zwykłego przewodu.

Naprawdę nie trzeba stosować rezystora pomiarowego o rewelacyjnej stabilności – niewielkie zmiany rezystancji miedzi pod wpływem temperatury można pominąć, zważywszy na orientacyjny charakter naszego wskaźnika.

Z problemem spadku napięcia na rezystorze pomiarowym wiąże się sprawa zabezpieczenia współpracujących układów. Większość zaproponowała użycie prostowników aktywnych, które przy okazji mogą wzmacniać sygnał.

I właśnie tu mam duże pretensje do niektórych uczestników!

Sygnał z rezystora pomiarowego podawany jest na delikatny wzmacniacz operacyjny. Nie-

którzy obliczyli, że na wejście wzmacniacza podawane będą niewielkie sygnały do 1...2V, i to nawet przy prądach 10...16A. Nie zastosowali skutecznych obwodów zabezpieczenia. A co się stanie z napięciem na oporniku, gdy ktoś zrobi przypadkiem zwarcie w instalacji? Wcześniej czy później takie zwarcie się zdarzy, choćby spowodowane przez przepalającą się żarówkę. W chwili zwarcia prąd będzie ograniczony tylko rezystancjami przewodów, bezpieczników i wspomnianego rezystora pomiarowego. Na tym rezystorze wystąpi napięcie sięgające... właśnie, nawet ponad 100V. Czy współpracujący układ scalony wytrzyma takie napięcie?

Z przyjemnością stwierdzam, że kilku kolegów nie zapomniało o takiej ewentualności i zastosowało zabezpieczenia, wytrzymujące nawet pełne napięcie 220V.

Następnym problemem jest sam prostownik aktywny zrealizowany na wzmacniaczu operacyjnym. Ponieważ proponowane przez was układy zasilane są w większości napięciem pojedynczym, nie można bezkrytycznie kopiować z literatury schematu takiego prostownika. Trzeba przemyśleć działanie układu i odpowiednio go dostosować do warunków i potrzeb.

Temat doboru stałoprądowych punktów pracy wzmacniaczy operacyjnych w różnych zastosowaniach jest rzeczywiście niełatwy i absolutnie nie mam pretensji do młodych Czytelników, który „poślizgnęli się" na tym problemie. Jak zwykle najlepszą formą nauki jest praktyka – wszystkie błędy wyjdą bezlitośnie na jaw przy pierwszym włączeniu układu. Ale w przypadku nietypowego zastosowania wzmacniaczy operacyjnych ujawnić się mogą ich właściwości, skrzętnie przemilczane w katalogach oraz w ogromnej większości książek. Elektronik praktyk, napotkawszy wręcz niewytłumaczalne zjawisko może nie być w stanie samodzielnie znaleźć przyczyny problemu i odpowiedniego rozwiązania. A coś takiego może się zdarzyć w nietypowych układach prostowników aktywnych. Chodzi mianowicie o to, że liczne wzmacniacze operacyjne zachowują się w sposób bardzo dziwny, gdy napięcie na ich wejściu (wejściach) przekroczy przewidziany i podany w katalogu zakres napięć wejściowych. W takich wypadkach często wejście odwracające wzmacniacza... staje się jakby wejściem nieodwracającym! Nie ma tu reguł, bo wszystko zależy od budowy wewnętrznej układu scalonego. W każdym razie na takie dziwne zjawisko mogli natknąć się wszyscy ci koledzy, w których układach możliwe było pojawienie się na wejściach napięć znacznie wykraczających poza napięcia zasilające (więcej niż o 0,5V).

Właśnie ze względu na wspomniane zjawisko inwersji występujące w niektórych kostkach, układ z rysunku 1b może nie nadawać się do prostowania napięć o amplitudzie większej niż 0,5V.

Dość o prostowniku aktywnym i wzmacniaczach operacyjnych.

Elektroniczne liczniki energii

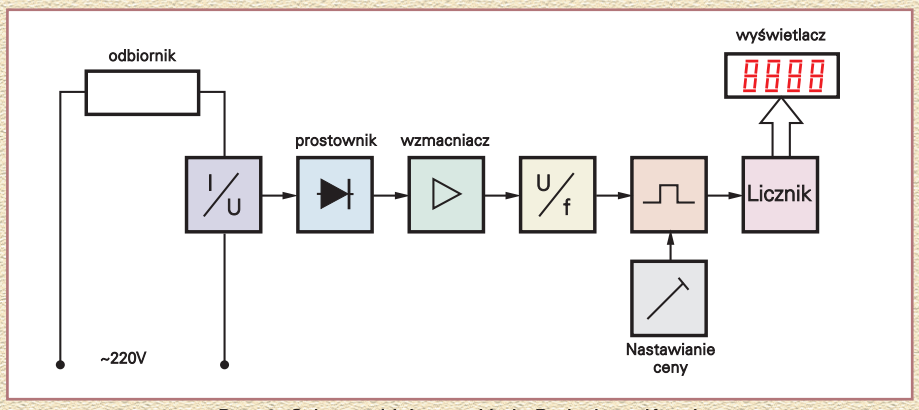
Zbudowanie funkcjonalnego i precyzyjnego elektronicznego licznika energii nie jest zadaniem ani łatwym, ani tanim. Pod dużym znakiem zapytania stoi celowość wykorzystania w celu ograniczenia zużycia energii w gospodarstwie domowym rozbudowanych i kosztownych urządzeń. Tu w zasadzie jestem zwolennikiem możliwie prostych wskaźników chwilowego zużycia mocy opisanych przed chwilą, zasilanych beztransformatorowo wprost z sieci, zawierających miernik wskazówkowy, linijkę LEDów, bądź nawet wyświetlacz cyfrowy LCD (sterowany przez energooszczędną kostkę ICL7106).

Jesteśmy jednak w Szkole, która kształci przyszłych zawodowych konstruktorów. W ramach szkoły przymierzacie się do rozwiązania ciekawych, nierzadko niełatwych problemów, jakie będziecie napotykać w przyszłości. Wiem z doświadczenia, że sprawa zarówno pomiaru mocy, jak i zliczania energii powróci jeszcze niejednokrotnie w waszej praktyce. Dlatego z prawdziwą przyjemnością zapoznałem się z interesującymi rozwiązaniami liczników energii. Powiem więcej – zaproponowane rozwiązania mają racje bytu, bo koszt ich części składowych zamknąłby się sumą około 20...30 złotych.

Na początek propozycje, które przedstawił 14-letni **Radosław Koppel** z Gliwic. Radek przeprowadził prawidłową analizę problemu i przedstawił prawidłowy schemat blokowy. Potknął się jednak na szczegółach.

Wprawdzie układ na pewno nie będzie pracował poprawnie, jednak idea rozwiązania jest bardzo dobra, wręcz zadziwiająco dobra, jak na konstruktora w wieku 14 lat.

Rysunek 2 przedstawia schemat blokowy, zaproponowany przez Radka. Na wyjściu przetwornika napięcia na częstotliwość (U/f), zawierającego kostkę 4046 i wielostopniowy dzielnik, jeden impuls odpowiada 1 kilowatogodzinie zużytej energii. Ten jeden impuls wyzwala układ generujący pewną liczbę impulsów do zliczenia przez licznik. Jak się łatwo domyślić na podstawie rysunku 2, liczba tych impulsów jest równa cenie 1kWh energii, wyrażonej w groszach. Zastosowanie licznika dziesiętnego pozwala uzyskać na wyświetlaczu cenę należną za zużytą energię.



Rys. 2. Schemat blokowy układu Radosława Koppla

Podobną ideę zaproponował **Arkadiusz Froń** z Sosnowca. Arek proponuje użycie hallotronu jako miernika mocy czynnej. Niestety, schemat zawiera poważne błędy. Istotnie, hallotron doskonale nadaje się do dokładnego pomiaru mocy czynnej, ponieważ można za jego pomocą mierzyć nie tylko prąd, ale też uwzględnić napięcie. W tym celu trzeba jednak umieścić hallotron w polu magnetycznym wytwarzanym przez mierzony prąd. Potrzebna jest do tego jakaś cewka z rdzeniem, i w szczelinie tego rdzenia należy umieścić hallotron. W rozwiązaniu Arka nie ma o tym ani słowa, hallotron włączony jest jedynie w obwód napięcia (przez rezystor). Drugą wpadka dotyczy braku przetwornika napięcia na częstotliwość. Zastosowanie wzmacniaczy i przerzutnika Schmitta nie tworzy takiego przetwornika i nie rozwiązuje problemu. Pomimo tych wpadek zaproponowany układ zasługuje na pochwałę, ponieważ część cyfrowa zrealizowana jest w ciekawy sposób. Do zliczania impulsów (nieobecnego) przetwornika U/f wykorzystywane są trzy liczniki dziesiętne (4017). Ich cykl pracy jest tak skrócony, by odpowiadał jednej kilowatogodzinie. Każdy cykl pracy powoduje uruchomienie drugiego licznika, który jak łatwo się domyślić zlicza tyle impulsów dodatkowego generatora, ile wynosi cena jednej kilowatogodziny wyrażona w groszach. Kolejny zespół liczników dziesiętnych (4026) zlicza te impulsy i wynik pokazuje na wyświetlaczu.

Oba wymienione układy pracują w podobny sposób, inna jest jednak realizacja. Interesujące jest wskazanie wyświetlacza – nie zmienia się ono w sposób ciągły, tylko po „zaliczeniu" pełnej kilowatogodziny, wskazanie licznika wzrasta o cenę tej kilowatogodziny (w tempie wyznaczonym przez częstotliwość dodatkowego generatora).

Takie rozwiązanie i sposób pracy opierają się na generowaniu jednego impulsu, odpowiadającego jednej kilowatogodzinie. Inny układ wytwarza pewną ilość impulsów, odpowiadającą cenie tej kilowatogodziny. Takie rozwiązanie można nazwać – dosłownym, bo mamy tu 1 kilowatogodzinę i cenę tej ilości energii. Czy jednak koniecznie trzeba trzymać się niewolniczo podanej zasady i zliczać pełne kilowatogodziny? Czy nie można jakoś pozbyć się dwóch liczników i zrezygnować z pełnych kilowatogodzin?

Oczywiście nic nie stoi na przeszkodzie! Trzeba tylko ruszyć głową i dobrze się zastanowić.

Jak się łatwo domyślić, problem będzie polegał jedynie na dobraniu stopnia podziału dzielnika częstotliwości. Dlaczego dzielnika? Teoretycznie wystarczyłoby zastosować taki przetwornik prądu (w praktyce napięcia proporcjonalnego do tego prądu) na częstotliwość, który dawałby impuls po zużyciu ilości energii odpowiadającej na przykład jednemu groszowi. Potem wystarczy liczyć te impulsy w liczniku dziesiętnym i podać na wyświetlacz. Ale jednemu groszowi odpowiada zużycie mniej więcej 0,05 kilowatogodziny czyli 50 watogodzin. Jeśli odbiornik pobiera z sieci, powiedzmy 100 watów mocy, to ilość energii i kosztująca 1 grosz zostanie zużyta w ciągu pół godziny. Czyli nasz przetwornik powinien przy takim poborze dawać na swym wyjściu jeden impuls na pół godziny (1800 sekund), co odpowiada częstotliwości około 0,00055Hz.

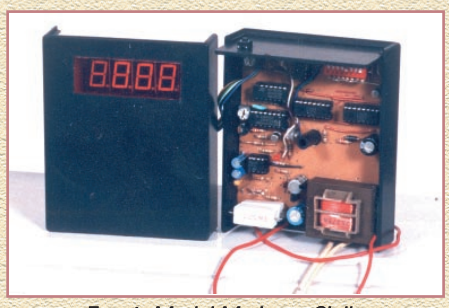
Jak jednogłośnie twierdzą wszyscy uczestnicy konkursu, jest to częstotliwość zbyt mała, by mógł ją generować prosty przetwornik prądu (lub napięcia) na częstotliwość. Racja! Należy zastosować przetwornik U/f dający znacznie wyższą częstotliwość i wprowadzić dzielnik.

Taką drogą poszedł znany z poprzednich numerów **Mariusz Ciołek z Kownacisk**. Zastosował on licznik programowany (4541 plus 2 x 4029), by z jego pomocą móc nastawiać stopień podziału odpowiadający aktualnej cenie energii. Wcale nie jest to takie skomplikowane, wystarczy jeden prosty wzór określający stopień podziału, zależnie od ceny i naprawdę nie trzeba trzymać się pełnej kilowatogodziny. Nie sposób podać tego wzoru, bo występuje w nim współczynnik przetwarzania prądu na częstotliwość, charakterystyczny dla zastosowanego przetwornika. Sposób rozumowania, podany przez Mariusza jest następujący:

Jeśli współczynnik przetwarzania prądu na częstotliwość użytego układu U/f (właściwie I/f) wynosi, na przykład 1000Hz/A, to przy prądzie 4,54A (odpowiadającym poborowi 1 kilowata), na wyjściu przetwornika uzyska się częstotliwość 4540Hz, co w ciągu godziny (3600 sekund) da 16344000 impulsów. Ponieważ za przetwornikiem umieszczony jest licznik o stałym stopniu podziału przez 8192 (kostka CMOS 4541), częstotliwość na wyjściu tego dzielnika wyniesie 0,5542 Hz, co w ciągu godziny da 1995 impulsów. Te 1995 impulsów odpowiada jednej kilowatogodzinie, więc należy zastosować kolejny dzielnik, programowany, który da na swym wyjściu liczbę impulsów odpowiadającą cenie tej kilowatogodziny wyrażonej w groszach. Ponieważ 1kWh kosztuje (w zaokrągleniu) 21gr, z tych 1995 impulsów trzeba zrobić 21 impulsów, czyli zastosować dzielnik o współczynniku podziału wynoszącym: 1995/21 = 95

Co prawda tak uzyskany licznik nie będzie bardzo dokładny, ale niewielki błąd, rzędu 1 procenta nie jest tu wadą.

Mariusz napisał w liście: *(...) Przedstawiony projekt został zmontowany i uruchomiony, czego dowodem jest załączone zdjęcie (patrz **fotografia 1**).*



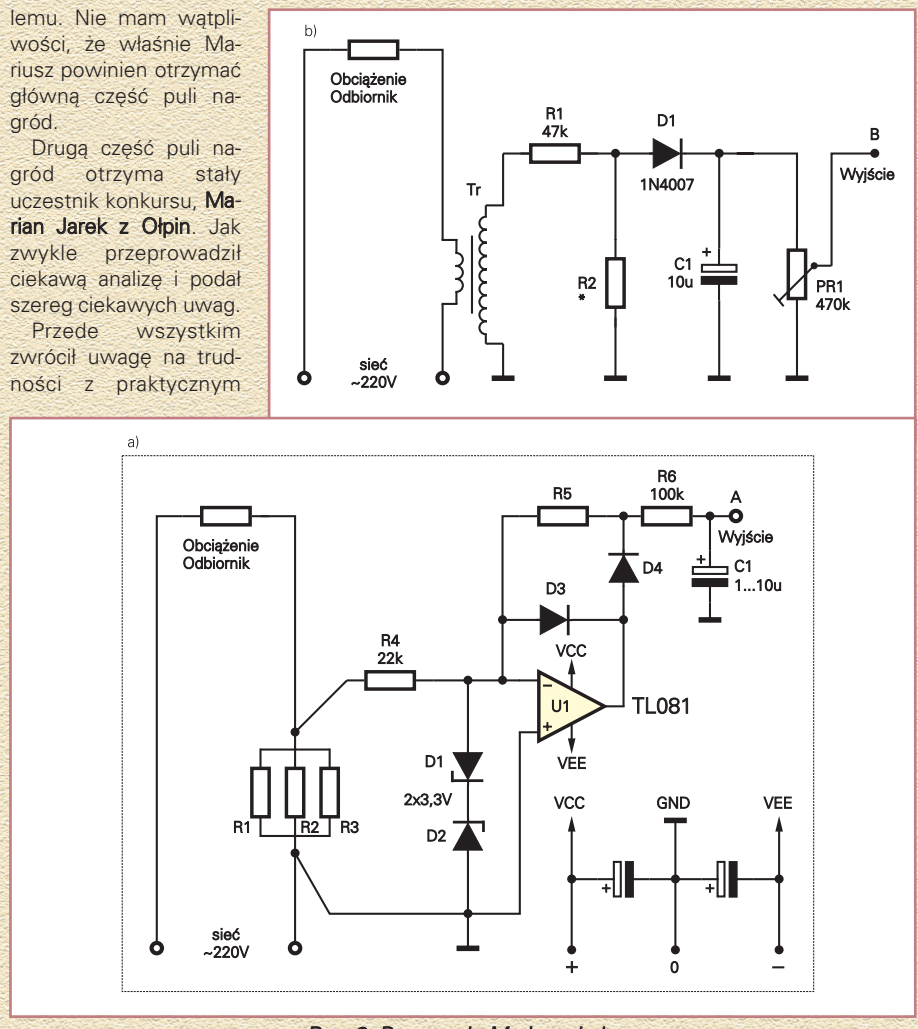
Fot. 1. Model Mariusza Ciołka

Nie przesyłam modelu, ponieważ nie działa tak jak powinien. Dużo problemów przysporzyło mi uruchomienie prostownika liniowego, którego schemat zaczerpnąłem z literatury (...), który się wzbudzał i nijak nie chciał prawidłowo pracować. Wykorzystałem inny prostownik, ale nie ma on dobrej liniowości przy małych prądach. Drugim problemem był przetwornik U/f (który też nie miał zbyt dobrej liniowości przetwarzania). (...)

Nie podaję szczegółowego schematu układu, ale naprawdę jestem pełen podziwu dla Mariusza (druga klasa Technikum Elektronicznego) za jego próby pokonania trudnego problemu. Nie mam wątpliwości, że właśnie Mariusz powinien otrzymać główną część puli nagród.

Drugą część puli nagród otrzyma stały uczestnik konkursu, **Marian Jarek z Ołpin**. Jak zwykle przeprowadził ciekawą analizę i podał szereg ciekawych uwag.

Przede wszystkim zwrócił uwagę na trudności z praktycznym zdobyciem rezystora szeregowego o małej wartości, rzędu miliomów, lub nawet mniej. Dlatego proponuje:



Rys. 3. Propozycje Mariana Jarka

(...) Włączyć w obwód przekładnik prądowy, w którym prąd przepływający przez uzwojenie pierwotne (nawinięte grubym drutem, mało zwojów) do odbiornika, powoduje powstanie na uzwojeniu wtórnym napięcia proporcjonalnego do obciążenia. Mierząc to napięcie, można określić pobór mocy z sieci. Główną zaletą jest separacja od sieci, a nie mniejszą fakt, że przekładnik możemy wykonać sami.

A co to jest ten przekładnik prądowy – to nic innego niż transformator, tylko trochę inny niż normalny. Mianowicie uzwojenie pierwotne to kilka zwojów (trzeba dobrać eksperymentalnie) grubego drutu o średnicy zależnej od przewidywanego prądu. Uzwojenie wtórne to duża ilość zwojów cienkiego drutu.

Ja przeprowadziłem próby z przekładnikiem własnej konstrukcji, to znaczy na rdzeniu o przekroju 16 x 9 mm z uszkodzonego transformatora nawinąłem 10 zwojów drutu DNE o średnicy 2,2mm. Uzwojenie wtórne miało około 2000 zwojów DNE 0,1mm.

Przypuszczam, że czym więcej zwojów w uzwojeniu wtórnym, tym lepiej. Pomysł zaczerpnąłem z EP 6/96.

(...) na uzwojeniu wtórnym tego przekładnika przy podłączeniu odbiornika o mocy 1000W uzyskałem napięcie 68,7V.

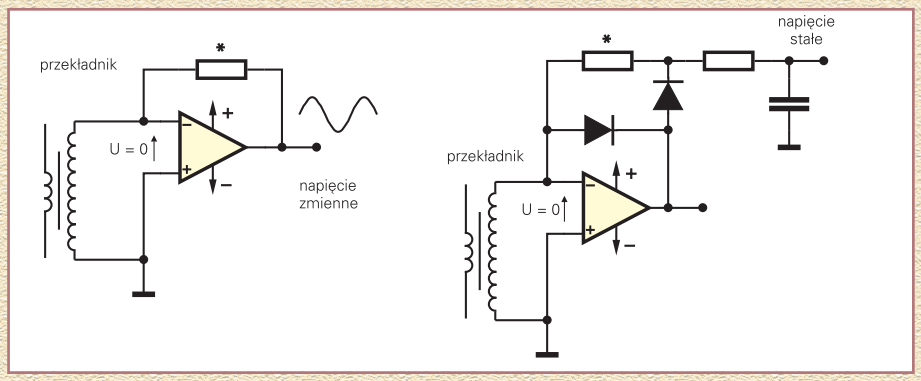
Dwa układy pomiarowe (z rezystorem i przekładnikiem) proponowane przez Mariana można zobaczyć na **rysunku 3a** i **b**. Jak widać, Marian nie kombinował z pojedynczym napięciem zasilającym i zastosował klasyczny prostownik aktywny. Osobiście proponowałbym zwiększenie wartości rezystancji R4 (rysunek 3a) do 100kΩ, ponieważ proponowany rezystor o wartości 22kΩ powinien mieć obciążalność 2W (ze względu na przewidziany najgorszy przypadek przepalenia się rezystorów pomiarowych), natomiast przy wartości 100kΩ wymagana obciążalność wynosi tylko 0,5W. Rezystor R5 śmiało może mieć wartość rzędu pojedynczych megaomów, wtedy układ będzie miał wzmocnienie równe kilkadziesiąt.

Ale zdecydowanie bardziej polecam układ z rysunku 3b. Sam przeprowadzałem eksperymenty z podobnymi przekładnikami. Godne polecenia jest wykorzystanie uszkodzonych transformatorów 2-watowych lub większych. Co prawda najczęściej uszkadza się w takich transformatorkach uzwojenie pierwotne, sieciowe, ale nawet sygnał z uzwojenia wtórnego można wzmocnić i z powodzeniem wykorzystać. Uszkodzone uzwojenie trzeba wyciąć, a w zamian nawinąć kilka(naście) zwojów jak najgrubszym drutem.

Zachęcam do przeprowadzenia eksperymentów w tym zakresie, ale nie włączajcie takiego przekładnika wprost do sieci – przecież eksperymenty jeszcze lepiej jest przeprowadzić po wtórnej stronie jakiegoś transformatora obniżającego, np. transformatora bezpieczeństwa 220V/24V lub jakiegokolwiek innego o większej mocy.

Ja oprócz uszkodzonych transformatorów sieciowych wypróbowałem także przydatność małych cewek z rdzeni RM8, na które było nawinięte kilka zwojów grubego drutu. Oryginalny rdzeń był oczywiście usunięty, a jako rdzeń zastępczy służyło kilka odpowiednio wygiętych blaszek kształtki I z rdzenia EI od typowego dwuwatowego transformatorka sieciowego. Co prawda, charakterystyka częstotliwościowa takiego prymitywnego przekładnika była słaba. Zdecydowanie dało się zauważyć znacznie lepsze przenoszenie przebiegów o częstotliwościach większych niż 50Hz, co przekreśla wykorzystanie takiego przekładnika w obwodach zawierających sterowane fazowo tyrystory (triaki), generujące liczne harmoniczne częstotliwości sieci. Jednak nawet tak prymitywne przekładniki dobrze spełniały swoją rolę w układzie zabezpieczenia silnika trójfazowego przed zanikiem fazy. Wtedy w takim pseudoprzekładniku daje się zauważyć dość ostry rezonans na częstotliwości wyznaczonej przez indukcyjność uzwojenia i pojemność własną tego uzwojenia. Czasem warto dołączyć to wyjścia dodatkowy kondensator, znacznie zmniejszający częstotliwość tego rezonansu.

Podczas ewentualnych eksperymentów zwróćcie uwagę, jak zmienia się charakterystyka częstotliwościowa przekładnika w zależności od rezystancji obciążenia. Może lepiej wykorzystywać nie napięcie indukowane w uzwojeniu wyjściowym, tylko prąd. Najłatwiej to uzyskać przez zastosowanie rezystora obciążenia o małej rezystancji lub przez wykorzystanie wzmacniacza operacyjnego w roli przetwornika prąd/napięcie – dwie wersje układu powodujące, że wyjście przekładnika pracuje w stanie zwarcia pokazane są na rysunku 4. Na rysunku 4 nie zaznaczono elementów zabezpieczających – mogą to



Rys. 4. Układy do współpracy z przekładnikiem pracującym w stanie zwarcia wyjścia

być na przykład dwie równoległe, włączone przeciwsobnie najzwyklejsze diody prostownicze np. 1N4001...7. Wartość szczytowa prądu w uzwojeniu wyjściowym przy nominalnym obciążeniu nie może być większa od wydajności prądowej wyjścia wzmacniacza operacyjnego (20...50mA). Wartość rezystora sprzężenia zwrotnego trzeba dobrać stosownie do wartości prądu i potrzebnego napięcia wyjściowego

Powyższe uwagi mogą sugerować, że samodzielne wykonanie przekładnika jest bardzo trudne. Istotnie, wykonanie „prawdziwego" przekładnika wymagałoby najpierw obszernych wyliczeń a potem nawinięcia od początku obliczonych uzwojeń. Niemniej jednak w wielu prostych zastosowaniach naprawdę wystarczy prosty, niedoskonały przekładnik własnej konstrukcji, wykorzystujący uszkodzony transformatorek sieciowy z nawiniętymi grubym drutem kilkoma (kilkunastoma) zwojami uzwojenia pomiarowego – nie trzeba tam mierzyć żadnych charakterystyk, tylko odpowiednio wzmocnić lub osłabić napięcie z wyjścia takiego przekładnika.

A teraz wracamy do propozycji Mariana Jarka. W roli wskaźników proponuje on wykorzystanie bądź kostki LM3914 i linijki diodowej (i przełącznika zakresów 200W / 2000W), bądź woltomierza ICL7107 z wyświetlaczem LED, bądź licznika impulsów zliczającego ilość zużytej energii (po wprowadzeniu generatora sterowanego napięciem CMOS 4046 i dzielnika 4020, w sposób opisany wcześniej). Osobiście widziałbym tu raczej kostkę LM3915 i układ ICL7106. Do zasilania można użyć taniego zasilacza beztransformatorowego z kondensatorem szeregowym. W przypadku kostki ICL7106 prąd potrzebny dla tego układu oraz prostownika i wzmacniacza nie przekroczy 2...3mA!

W liście Mariana znalazłem jeszcze jedna ciekawą propozycję:

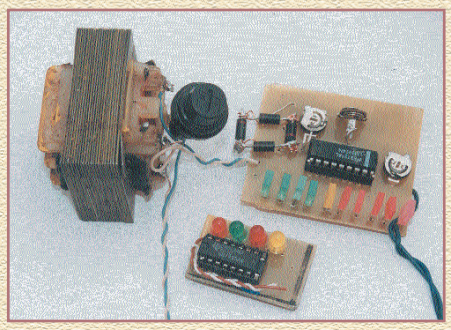
Przyszłość to komputery i skomputeryzowany dom, więc może by tak pomiar zużycia prądu powierzyć komputerowi, a przetworzenie prądu na postać cyfrową powierzyć układowi AD0831, opisanemu w EP 8/96. (...) Aby komputer mógł współpracować z tym układem, np. przez złącze Centronics, potrzebne jest oprogramowanie, i wtedy komputer na bieżąco mógłby nas informować o ilości zużytego prądu, jego cenie, przewidywanym zużyciu do końca miesiąca, oraz kontrolował, czy któreś z gniazdek nie jest przeciążane. Oczywiście zamiast komputera można wykorzystać sterownik mikroprocesorowy, choćby z serii '51.

Nie miałem wątpliwości, że Marian za swoje uwagi, a zwłaszcza przeprowadzone próby, powinien otrzymać część puli nagród.

Podsumowanie

Oprócz opisanych rozwiązań otrzymałem jeszcze kilka listów. Otrzymałem też model, który jak podejrzewam, nadesłany został jako rozwiązanie tego zadania. Model ten został nadesłany przez Bartka **Stróżyńskiego** z Kęt, możecie go zobaczyć na fotografii 2, niech to będzie forma uhonorowania Autora za wkład pracy.

Podejrzewam tylko, że jest to monitor prądu, bo nie mogłem odczytać dyskietki z listem. Dyskietka była w formacie Amigi. Przy okazji stanowcza prośba – **w żadnym wypadku nie nadsyłajcie dyskietek zapisanych w formacie Amigi!** Jeśli już dyskietka, to jedynie taka, by się dała niezawodnie odczytać na PC-cie! Ponieważ czasem nawet PC-towe dyskietki (podłej jakości, niemarkowe) nie chcą się odczytać, bezpieczniej jest mimo wszystko przysłać list na papierze.



Fot. 2. Model Bartka Stróżyńskiego

Na koniec jeszcze fragmenty listu nadesłanego przez Igora **Jabłońskiego** i Bartosza **Lewickiego:**

(...) List ten kierujemy do Pana w związku z zadaniem nr 21 Szkoły Konstruktorów, dotyczącym monitorowania zużycia energii w gospodarstwie domowym. Tak interesująca rubryka zamieszcza tak niedorzeczne zadanie! Toż to skandal i granda. Nawet sam Adam Słodowy nie miałby pewnie zadowalającego rozwiązania. (...)

Naszym zdaniem budowa jakichkolwiek tego typu urządzeń mija się z celem. (...) Otóż najprostszym sposobem jest odczytanie informacji na tabliczce znamionowej urządzenia. Tam powinno być jasno i wyraźnie oznaczona moc. To jest nasz pomysł, który nie wymaga kosztownych, ani nawet tanich części, w szczególności nie wymaga wtyczek i gniazdek. (...)

Cenę jaką zapłacimy za użytkowanie urządzenia, łatwo możemy obliczyć za pomocą kalkulatora. Czyż nie prościej? (...)

Czy zresztą nie przyszło Panu do głowy, że nad podobnym problemem trudzili się fachowcy, wynajmowani przez wielkie koncerny? Nie dla elektronika-amatora tego typu zadania.

Jeśli chodzi o proponowany przez Pana „centralny miernik poboru mocy", to jego budowa nie jest konieczna, chyba że ktoś nie ma zaufania do fabrycznych liczników prądu, instalowanych w każdym mieszkaniu. Cóż za sens w umieszczaniu licznika za licznikiem?

Przedstawiamy nasz pogląd na zadanie, musimy jednak stwierdzić, że doceniamy jego wartość dydaktyczną. (...) Jednocześnie ogromnie ciekawi jesteśmy nadesłanych przez innych czytelników rozwiązań. (...)

Cóż, z Autorami listu nie będę dyskutował, na część pytań mogą znaleźć odpowiedź w prezentowanych rozwiązaniach. Za rozwiązania tego zadania, upominki otrzymają Zbigniew **Wojciechowski** z Lubaczowa, Radosław **Koppel** z Gliwic oraz Arkadiusz **Froń** z Sosnowca. Natomiast główną pulę nagród, transformatory ufundowane przez producenta, firmę INDEL, podzielą między siebie Mariusz **Ciołek** z Kownacisk i Marian **Jarek** z Ołpin.

Jak zwykle pozdrawiam wszystkich uczestników i sympatyków Szkoły. Zachęcam do udziału w kolejnych zadaniach.

Wasz **Instruktor**
Piotr Górecki

SKRZYNKA PORAD

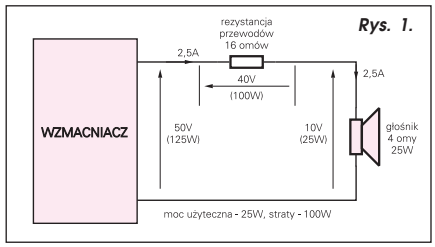
W TEJ RUBRYCE PRZEDSTAWIANE SĄ KRÓTKIE ODPOWIEDZI NA PYTANIA NADSYŁANE DO REDAKCJI. SĄ TO SPRAWY, KTÓRE NASZYM ZDANIEM ZAINTERESUJĄ SZERSZE GRONO CZYTELNIKÓW. JEDNOCZEŚNIE INFORMUJEMY, ŻE REDAKCJA NIE JEST W STANIE ODPOWIEDZIEĆ NA WSZYSTKIE NADSYŁANE PYTANIA, DOTYCZĄCE RÓŻNYCH DROBNYCH SZCZEGÓŁÓW.

Do czego służą transformatory oznaczone TG (lub TGR) na napięcie pierwotne 100V lub 120V?

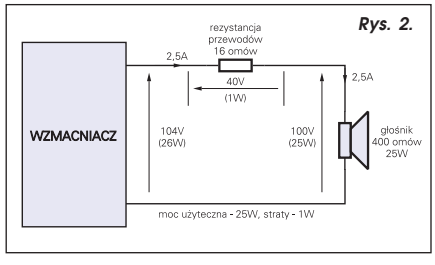
Transformatory głośnikowe kiedyś były powszechnie stosowane we wzmacniaczach lampowych dla dopasowania wysokiej oporności wyjściowej (dużego napięcia, małego prądu) wzmacniaczy lampowych do oporności typowych 4 czy 8-omowych głośników. Dawniej transformatory głośnikowe były nieodłączną częścią systemów radiowęzłowych – starsi Czytelnicy prawdopodobnie wiedzą, co to są kołchoźniki.

Dziś transformatory głośnikowe są używane tylko w dużych profesjonalnych systemach nagłośnienia (np. dworce, hale, ulice i place) w celu zmniejszenia strat mocy i unifikacji sprzętu.

W takich rozległych systemach nagłośnienia stosowane są długie, nawet kilkusetmetrowe przewody. Przewód o długości kilkuset metrów i przekroju 0,5mm^2 może mieć rezystancję dochodzącą do 20 omów. Na końcu tego przewodu będzie zainstalowany głośnik o oporności na przykład 4 omów. Jeśli do głośnika będzie doprowadzona moc, powiedzmy 25W, to napięcie (zmienne, wartość skuteczna) na nim musi wynieść 10V i prąd 2,5A. Ten sam prąd będzie przepływał przez oporność przewodu i na oporności tej wystąpi napięcie oraz wydzieli się moc. Ta moc będzie kilkukrotnie większa (2,5A * 40V = 100W), niż moc użyteczna wydzielana na głośniku (2,5A * 10V = 25W). Tym samym wzmacniacz musi dostarczyć dodatkową moc, która i tak bezużytecznie zamieni się na ciepło w rezystancji przewodu. Sytuacja pokazana jest na **rysunku 1**. Jak widać, przy rezystancji linii równej 16Ω, aby doprowadzić do głośnika moc 25W, wzmacniacz musi dostarczyć 125W mocy, z czego 100W zostanie stracone.



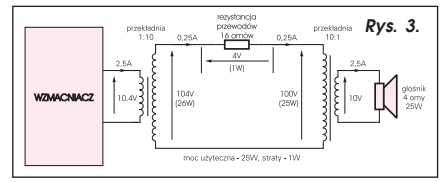
Moc strat można radykalnie zmniejszyć, stosując głośnik o większej rezystancji. Przykładowo, gdyby głośnik miał rezystancję 400Ω, prąd w linii byłby znacznie mniejszy i straty można radykalnie zmniejszyć. Pokazuje to **rysunek 2**. Aby przy większym napięciu przenieść daną moc, wystarczy niewielki prąd (zawsze P = U * I). Tym samym prąd w linii będzie znacznie mniejszy, niż w pierwszym przypadku. Mniejszy prąd oznacza mniejsze straty na rezystancji przewodu.



Opisane przykłady pokazują, że podwyższenie napięcia na linii (równoznaczne ze zmniejszeniem prądu), pozwala radykalnie zmniejszyć moc strat na rezystancji linii przesyłowej. Zasada ta jest stosowana także w energetyce, gdzie buduje się linie wysokiego napięcia (napięcie rzędu setek tysięcy woltów). Drugie rozwiązanie wymaga jednak zastosowania wzmacniacza o napięciu wyjściowym (skutecznym, zmiennym) rzędu 100V oraz głośnika o oporności 400Ω. W początkowym okresie rozwoju elektroniki trudno było zbudować zarówno odpowiedni wzmacniacz (wysokie napięcia zasilania, konieczne tranzystory wysokonapięciowe), jak i głośnik.

Dlatego w praktyce od dawna stosuje się inny sposób, z użyciem dwóch transformatorów.

Pokazano to na **rysunku 3**. Jeden z transformatorów zamienia niezbyt duże napięcie z wyjścia



wzmacniacza, na znacznie większe napięcie liniowe. Drugi transformator zamieni wysokie napięcie na linii na niskie napięcie potrzebne dla głośnika.

Jak widać na rysunku 3, dzięki podwyższeniu napięcia na linii, straty wynoszą jedynie 1W, podobnie jak w drugim przypadku!

Dane liczbowe z rysunku 3 nie uwzględniają wprawdzie strat (sprawności) transformatorów, ale ze względu na sprawność transformatorów wynoszącą powyżej 90%, nie wpływa to znacząco na uzyskane efekty.

Porównanie rysunków 2 i 3 sugeruje, że 4-omowy głośnik z transformatorem o przekładni 10:1 jest widziany od strony linii (dla przebiegów zmiennych) jako rezystancja stukrotnie większa – 400Ω. Tak jest naprawdę. Jest to zgodne ze znanym ze szkoły twierdzeniem, iż transformator zmienia rezystancję „z kwadratem przekładni".

Dokładna analiza rysunku 3 niewątpliwie zrodzi pytania, jak dobierać transformatory (ich przekładnie i moc) do konkretnych potrzeb. Nie byłoby to zadanie łatwe, dlatego w praktyce od lat przyjmuje się pewne niewielkie uproszczenia i stosuje się bardzo prosty standard.

Zamiast obliczać napięcia, oporności i przekładnie dla każdego przypadku, przyjęto standardowe napięcia na linii. Najczęściej stosuje się linie 100-woltowe, rzadziej 120, lub 30-woltowe.

Czy to znaczy, że na takiej linii prowadzącej do głośników stale występuje napięcie (zmienne) o wartości 100V? Nie! Na linii tej pojawiają się przebiegi akustyczne, które osiągają wartość 100V (napięcia zmiennego skutecznego) tylko przy pełnym, 100-procentowym wysterowaniu.

Przy jakiej mocy? Uwaga, to bardzo ważne: moc nie jest określona! I to właśnie jest dla początkujących trudnym do zgryzienia orzechem. Po prostu trzeba przyjąć do świadomości, że napięcie 100V odpowiada maksymalnemu, albo lepiej nominalnemu wysterowaniu.

Przykładowo mając wzmacniacz o mocy wyjściowej 100W, obliczony do pracy z głośnikiem 4-omowym. Przy pełnym wysterowaniu napięcie na wyjściu tego wzmacniacza wyniesie 20V przy prądzie 5A, co na 4-omowym obciążeniu da 100W. Aby zastosować ten wzmacniacz do pracy w systemie linii 100-woltowej należy na jego wyjściu dodać transformator o mocy 100W i przekładni 1:5 (20V * 5 = 100V). Jak z tego widać, każdy wzmacniacz można dostosować do współpracy z linią wysokonapięciową – wystarczy zastosować odpowiedni transformator. Oczywiście przekładnia transformatora będzie zależeć od mocy i nominalnej oporności obciążenia tego wzmacniacza, dlatego transformator taki trzeba dobierać indywidualnie do danego wzmacniacza (ewentualnie wykorzystać wzmacniacz z wbudowanym transformatorem, mającym wyjście na linię 100V lub podobną). Jeśli już zapewni się nominalne napięcie na linii przy maksymalnym wysterowaniu, można w prosty sposób dobrać obciążenie. Przecież moc oddawana przez poszczególne głośniki będzie zależeć od ich oporności (ściślej – oporności zestawu transformator-głośnik). Oporności te zależą przede wszystkim właśnie od przekładni transformatora głośnikowego. W praktyce znajomość tych oporności i przekładni wcale nie jest potrzebna. Właśnie tu widać pożytek ze standardu. Dzięki przyjęciu nominalnego napięcia linii, wystarczy zastosować typowy fabryczny transformator głośnikowy o odpowiedniej mocy, przeznaczony do pracy przy danym napięciu nominalnym.

Zasada doboru transformatora głośnikowego do danego głośnika jest bardzo prosta: moc transformatora nie może być mniejsza od mocy potrzebnej w głośniku. Napięcie pierwotne transformatora powinno być równe napięciu nominalnemu linii (100V, ewentualnie 120 lub 30V), a oporność dopasowania transformatora powinna być równa oporności (impedancji) głośnika. Te trzy parametry (moc, napięcie linii i impedancję głośnika) podaje się w katalogach transformatorów głośnikowych.

Część transformatorów ma na uzwojeniu pierwotnym (liniowym) odczep umożliwiający współpracę a liniami o napięciu 30, 100 oraz 120V. Niektóre mają odczepy na uzwojeniu wtórnym (głośnikowym), co przy użyciu przełącznika umożliwia skokową regulację mocy wyjściowej (głośności). Regulację głośności można też przeprowadzić włączając odpowiedni potencjometr lub rezystory w szereg z głośnikiem. Te sposoby regulacji głośności stosowane były i są w małych głośnikach radiowęzłowych, zwanych potocznie kołchoźnikami. Ponieważ transformator głośnikowy ma przenieść bez większych zniekształceń przebiegi o częstotliwościach pasma akustycznego, nie należy go zastępować transformatorem sieciowym o zbliżonych paramerach (mocy i przekładni). Nawet transformatory głośnikowe nie są idealnie liniowe (histereza) i wprowadzają pewne zniekształcenia, tym bardziej transformatory sieciowe mogą wprowadzać zniekształcenia nieliniowe.

Częstym błędem popełnianym przez początkujących jest próba zmierzenia oporności kolumny lub radiowęzłowego głośnika z transformatorem za pomocą omomierza. Omomierz zmierzy jedynie rezystancję liniowego uzwojenia transformatora dla prądu stałego, a nie wypadkową oporność (impedancję) zestawu dla zmiennych przebiegów akustycznych.

Pierwsze kroki w cyfrówce

część 13

W poprzednim odcinku zapoznałeś się z przerzutnikami typu RS oraz D. Dziś pora na kolejne.

Przerzutnik typu Latch (zatrzask)

Na pewno spotkałeś się już z określeniem „zatrzask" albo „latch" (czytaj: lacz).

W literaturze można się jednak natknąć na pewne niekonsekwencje w nazewnictwie i oznaczeniach, co początkującym robi w głowie sporo zamieszania.

Spotyka się bowiem określenia „przerzutnik typu latch wyzwalany zboczem" oraz „przerzutnik typu latch wyzwalany poziomem", albo też określenia „przerzutnik typu D wyzwalany zboczem" oraz „przerzutnik typu D wyzwalany poziomem". Przetnijmy wątpliwości.

Pod określeniem „przerzutnik typu latch wyzwalany zboczem" oraz"przerzutnik typu D wyzwalany zboczem" kryje się po prostu poznany w poprzednim odcinku przerzutnik D (albo zespół kilku takich przerzutników).

Natomiast najczęściej mówiąc „latch" czy „zatrzask" mamy na myśli przerzutnik sterowany poziomem.

Działanie takiego przerzutnika jest trochę podobne do działania przerzutnika D, ale występuje istotna różnica.

Różnica polega na tym, że przerzutnik D wpisuje na wyjście dane **w jednym jedynym momencie** (w chwili wystąpienia zbocza aktywnego), natomiast przerzutnik latch przepuszcza na wyjście dane nie w jednej chwili, ale **przez cały czas** podawania na wejście sterujące **poziomu aktywnego**. Mówimy, że podczas podawania na wejście sterujące poziomu aktywnego, latch jest **przezroczysty**. Przezroczysty, to znaczy stan wyjścia zmienia się zgodnie ze zmianami stanu na wejściu informacyjnym.

Natomiast gdy na wejściu sterującym pojawi się stan spoczynkowy, nieaktywny, to na wyjściu przerzutnika pozostaje stan, taki jaki tam był ostatnio. Mówimy, że przerzutnik nie jest już przezroczysty, tylko dane zostały zatrzaśnięte i pozostaną tam bez zmian aż do pojawienia się stanu aktywnego na wejściu sterującym.

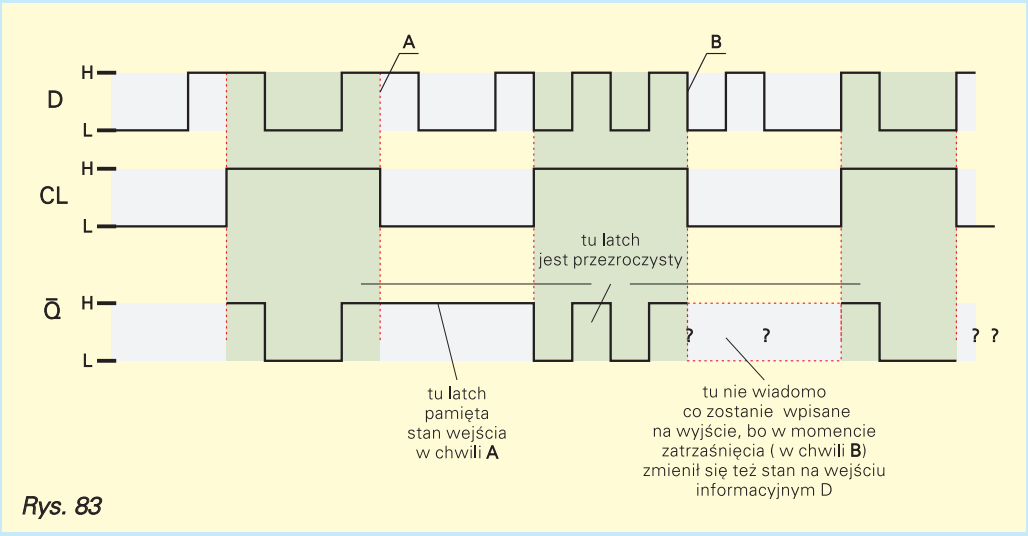
Działanie zatrzasku sterowanego poziomem możesz prześledzić na **rysunku 92**.

Przerzutnik typu zatrzask (latch) sterowany poziomem nie ma specjalnego oznaczenia graficznego. Czasem spotyka się oznaczenie identyczne jak klasycznego przerzutnika D sterowanego zboczem. Przecież nadal sygnał z wejścia informacyjnego jest przepisywany na wyjście pod wpływem sygnału zegarowego, stąd uzasadniona obecność oznaczeń D – data i CL – clock.

Wśród kostek rodziny CMOS 4000 nie ma pojedynczych przerzutników latch (sterowanych poziomem). Jest natomiast kostka 4042 zawierająca cztery takie przerzutniki ze wspólnym wejściem sterującym (dla wygody wyposażonym w bramkę EX-OR, co umożliwia użytkownikowi samodzielny dobór poziomu aktywnego). Układ 4042 nie znajduje jednak zbyt wielu zastosowań i nie zawracaj sobie nim głowy. Wśród układów TTL dawniej popularny był układ 7475, ale dziś także używany jest bardzo rzadko, może nawet wcale.

Obecnie częściej stosowane, zwłaszcza w technice mikroprocesorowej, są układy 74373 i 74573, zawierające zespół ośmiu latchów (czyt. laczów) ze wspólnym wejściem sterującym. Pomimo podobieństw, a niekiedy możliwości wymiennego stosowania, układy 74373 i 74573 sterowane poziomem, należy odróżniać od wcześniej wspomnianych kostek 74374 i 74574, zawierających osiem sprzężonych przerzutników D sterowanych zboczem.

W praktyce dość często spotykamy się też z przerzutnikami latch, ale wbudowanymi w bardziej złożone układy scalone. Na przykład dekodery do sterowania wyświetlaczy siedmiosegmentowych, takie jak 4511, czy znacznie bardziej popularny 4543, a także niektóre rejestry, wyposażone są w przerzutniki latch, które pełnią rolę swego rodzaju pamięci. Przykładowo dzięki zastosowaniu przerzutników, inaczej mówiąc pamięci, można uzyskać różne tryby wyświetlania informacji z licznika. Jeden tryb to praca z latchem, który jest przezroczysty. Stany licznika są na bieżąco pokazywane na wyświetlaczu. Taki tryb może być przydatny

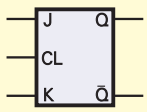


Rys. 83

przy zliczaniu pojedynczych impulsów. W drugim trybie, podczas pracy licznika latch jest zatrzaśnięty, a wpisuje się do niego stany licznika dopiero po skończeniu cyklu pracy licznika. Potem gdy licznik rozpocznie nowy cykl pracy, dzięki zatrzaśnięciu poprzedniego wyniku zliczania, na wyświetlaczu pozostaje stabilne wskazanie. Nie ma migania wskaźnika podczas zliczania impulsów. Jeśli ostatnie zdania nie są dla ciebie zrozumiałe, nie martw się. Zrozumiesz wszystko, gdy zapoznasz się z licznikami i rejestrami.

Przerzutnik JK

Symbol graficzny przerzutnika JK (inni piszą J-K) pokazany jest na **rysunku 93**.



Rys. 93

Nie wiadomo dokładnie, skąd wzięły się literki JK. Niektórzy sądzą, że są to inicjały wynalazcy.

Także działanie przerzutnika JK niektórym początkującym wydaje się trudne do zrozumienia. Ale nie ma tu nic trudnego!

Przerzutnik JK na pewno jest **wyzwalany zboczem**. Na pewno posiada więc wejście zegarowe (oznaczane CL lub CLK) – tu przypomina przerzutnik D. W przeciwieństwie do przerzutnika D ma nie jedno, ale **dwa wejścia informacyjne oznaczane J i K**. Stan wyjścia (wyjść) zależy więc od stanów na wejściach informacyjnych J, K jakie występują tam w momencie wystąpienia zbocza aktywnego. To też jest beznadziejnie proste. A teraz uważaj!

Gdy w momencie wystąpienia na wejściu zegarowym zbocza aktywnego, na obu wejściach J i K jest stan niski, wtedy na wyjściu (wyjściach)... nic się nie zmienia – pozostają tam stany, jakie były tam wcześniej.

Gdy na wejściu J jest stan wysoki, a na K- niski, po przyjściu sygnału zegarowego wyjście główne Q ustawiane jest w stan wysoki.

Gdy na wejściu K jest stan wysoki, a na J – niski, po przyjściu sygnału zegarowego wyjście główne Q ustawiane jest w stan niski.

Gdy na obu wejściach J i K jest stan wysoki, wtedy po przyjściu aktywnego zbocza sygnału zegarowego stany wyjść Q i Q\... zmieniają się **na przeciwne**.

Może zastanawiasz się, po co komu taki dziwoląg? Wierz mi, że po pojawieniu się pierwszych przerzutników, właśnie z przerzutników JK budowano najróżniejsze liczniki i rejestry. Obecność wejścia zegarowego i wejść informacyjnych JK pozwala budować najróżniejsze układy i systemy **synchroniczne**. Co to znaczy synchroniczne?

Układ synchroniczny to taki układ logiczny, w którym stany wyjść poszczególnych przerzutników wchodzących w jego skład zmieniają się jednocześnie – praktycznie w momencie wystąpienia aktywnego zbocza sygnału zegarowego. Oczywiście sygnał zegarowy jest wspólny dla wszystkich przerzutników tego układu. Jeśli jeszcze nie bardzo rozumiesz, o co chodzi w tych układach synchronicznych nie załamuj się – zrozumiesz za jakiś czas. Na początku swojej przygody z cyfrówką nie musisz przecież wiedzieć wszystkiego.

Nie będę cię też wprowadzał w szczegóły budowy wewnętrznej przerzutników JK, jak nie wprowadzałem cię w szczegóły budowy przerzutników D. Ale o jednej sprawie muszę króciutko wspomnieć. Być może obiło ci się o uszy określenie *przerzutnik JK typu master-slave* (albo *pan-sługa*), ewentualnie *JK flip-flop*. Owo *master-slave* wskazuje, że przerzutnik zbudowany jest z dwóch części (a nawet z dwóch przerzutników), z których jedna pełni funkcje nadrzędną – master, a druga podrzędną – slave. Może też zasłyszałeś coś o przerzutnikach dwuzboczowych. W takich przerzutnikach jedno zbocze (o dziwo to nieaktywne) wpisywało stan wejść do pierwszego przerzutnika, a dopiero to drugie, aktywne przepisywało stan pierwszego przerzutnika do drugiego i na wyjścia. Przed wielu laty, na początku historii układów scalonych, w niektórych wypadkach konstruktor wręcz musiał zdawać sobie sprawę z pewnych niedostatków i nieoczekiwanych szczególnych właściwości poszczególnych układów scalonych. Trzeba było na przykład uwzględnić zjawisko tak zwanego łapania jedynek, które mogło w zadziwiający sposób zmienić działanie systemu zawierającego przerzutniki JK z niektórych układów scalonych. Na szczęście dziś nie trzeba się zastanawiać, co się dzieje w środku. Nie zaśmiecaj więc sobie głowy przerzutnikami dwuzboczowymi, czy łapaniem jedynek – wystarczy żebyś o przerzutniku JK wiedział to, co ci podałem wcześniej.

Obecnie pojedyncze przerzutniki JK nie znajdują już tak szerokiego zastosowania jak dawniej. Natomiast bardziej złożone układy zawierające te przerzutniki: liczniki (synchroniczne) oraz rejestry, dostępne są w postaci gotowych układów scalonych, w związku z czym też nie musisz martwić się o szczegóły budowy wewnętrznej.

W praktyce będziesz miał do czynienia przede wszystkim z „prawdziwym" przerzutnikiem JK z kostki 4027, ewentualnie w rzadkich przypadkach z co bardziej nowoczesnymi układami rodziny zgodnej z TTL (np. '109, '112).

Zauważ, że podobnie jak kostka 4013, układ 4027 zawiera dwa przerzutniki wyposażone dodatkowo w wejścia RS (które też mają priorytet przed wejściami J,K,CL). Pamiętaj, że jeśli nie wykorzystasz wejść RS, to powinieneś je zewrzeć do masy.

Przerzutnik T

Najprostszy przerzutnik typu T (toggle – przeskakujący) ma tylko jedno wejście zegarowe, sterowane (jednym aktywnym) zboczem i działa bardzo prosto. Każde kolejne aktywne zbocze zmienia stan wyjścia na przeciwny.

Podobnie, jak dla przerzutników D oraz JK, aktywnym zboczem może być albo zbocze rosnące, albo malejące. Do tej sprawy powrócimy przy omawianiu liczników.

Rysunek 94 ilustruje działanie przerzutnika T sterowanego zboczem dodatnim (czyli rosnącym). Na pewno zauważyłeś, że po podaniu na wejście zegarowe przerzutnika T przebiegu o jakiejś częstotliwości, na wyjściu uzyska się przebieg o częstotliwości dwa razy mniejszej.

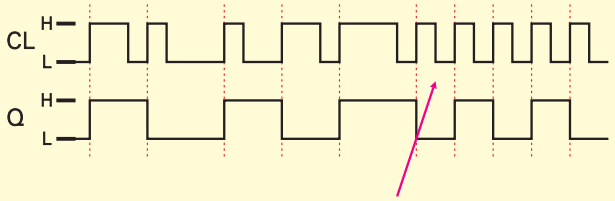
W literaturze przerzutnik T często jest nazywany dwójką liczącą, bo proste liczniki (tak zwane asynchroniczne) buduje się właśnie z przerzutników typu T. Jeśli nie jesteś zupełnie „zielony" i trochę już miałeś do czynienia z cyfrówką, możesz uważać, że popularne liczniki 4020, 4040, 4060, 4518, 4520 zbudowane są właśnie z przerzutników T, a nie z przerzutników JK.

Przerzutniki T nie występują „w przyrodzie" pojedynczo. Nie znajdziesz kostki, która zawierałaby pojedyncze przerzutniki T. Nie musisz też szukać w literaturze symbolu graficznego przerzutnika T, zwykle przerzutnik T zaznacza się na schematach blokowych jednym ze sposobów pokazanych na **rysunku 95**.

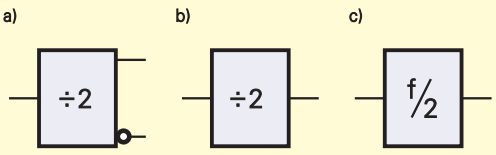
W praktyce dość często będziesz potrzebował takich pojedynczych przerzutników, czy inaczej mówiąc, dwójek liczących.

Nic straconego! Jak to zrobić?

Gratulacje! Tak jest! Jak słusznie zauważyłeś, przerzutnik T możesz zrobić



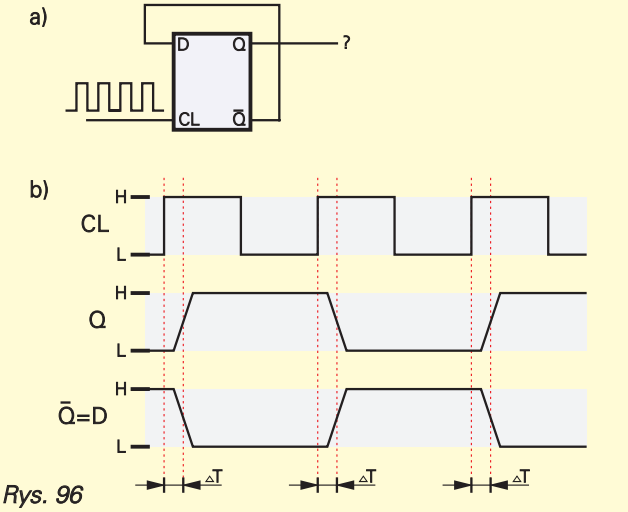
Rys. 94



Rys. 95

z przerzutnika JK (np. 4027), podając na wejścia J i K stan wysoki. Ale nie tylko. Omówmy teraz sposób przeróbki przerzutnika D (4013) na przerzutnik T, a przy okazji wytłumaczę ci pewną bardzo ważną sprawę.

Najpierw popatrz na **rysunek 96a** (nie analizuj przebiegów z rysunku b) i powiedz mi, czy przy takim połączeniu rzeczywiście z przerzutnika D powstanie przerzutnik T?



Rys. 96

Przeanalizuj działanie układu!

Coś ci się nie zgadza? Nie dziwię się, bo wielu początkujących ma z tym kłopoty.

Najprostsze rozumowanie jest takie: w momencie aktywnego zbocza na wejściu CL, do wyjścia Q przerzutnika wpisywany jest stan wejścia D, czyli wyjścia Q\. Przypuśćmy, że wcześniej na wyjściu Q był stan niski, a na Q\ – wysoki. W momencie zmiany na wyjściu Q pojawi się więc stan wysoki, a na Q\ – stan niski. Ale czy ten stan niski nie spowoduje natychmiastowej dalszej zmiany i czy w efekcie przerzutnik nie przekształci się w generator?

Nie! Wszystko będzie w porządku – rzeczywiście uzyskamy przerzutnik T, a wszystko to dzięki pewnym niewielkim opóźnieniom, tak charakterystycznym dla wszelkich realnych, a nie teoretycznych układów. Rzeczywiście, gdyby między wejściami a wyjściami przerzutnika nie było żadnych opóźnień, to nie potrafilibyśmy przewidzieć, co się będzie działo w układzie z rysunku 96a. Zajmijmy się więc tymi opóźnieniami. Każda realna bramka (składająca się z kilku tranzystorów) daje na wyjściu sygnał, który jest opóźniony względem stanów podawanych na wejście. Tak samo każdy przerzutnik, również złożony w sumie z tranzystorów, charakteryzuje się pewnym czasem opóźnienia. Jak wiesz, są to czasy rzędu nanosekund. Takich różnic i opóźnień nie będziesz w stanie wykryć i zbadać typowym amatorskim oscyloskopem. W warunkach amatorskich nie masz więc możliwości zająć się tym tematem ze strony praktycznej. A jak się okazuje, często już tak niewielkie opóźnienia są albo dobrodziejstwem, albo częściej przekleństwem, uniemożliwiającym pracę urządzenia. W praktyce nierzadko się zdarza, że amator bezskutecznie szuka błędu w układzie i nigdy go nie znajdzie, właśnie dlatego, że zapomina o tych nanosekundowych opóźnieniach. Postaraj się więc dobrze zrozumieć tę sprawę, bo tym razem jedynie analiza na papierze, a nie pomiar rzeczywistego układu może odsłonić przyczynę kłopotów.

Jeśli zrozumiesz zagadnienie, to tym samym zainstalujesz sobie w wyobraźni bardzo, bardzo szybki oscyloskop, i będziesz umiał zanalizować mniej i bardziej skomplikowane układy cyfrowe nie tylko pod względem statycznym, ale i dynamicznym. Do tej pory analizowaliśmy działanie bramek ze strony statycznej, ale w przypadku przeróbki przerzutnika D na przerzutnik T musimy dokonać analizy parametrów dynamicznych.

Przeanalizujmy więc przebiegi czasowe z **rysunku 96b**. Zakładamy, że zbocze na wejściu zegarowym jest bardzo strome, to znaczy zmiana stanu z niskiego na wysoki trwa bardzo krótko, powiedzmy poniżej 1nanosekundy. Z definicji, przerzutnik D zmienia stan pod wpływem zbocza, a więc w czasie zmiany stanu na wejściu zegarowym.

Tymczasem opóźnienie wewnętrznych obwodów przerzutnika, oznaczone na rysunku 96b przez ΔT, wynosi przynajmniej kilkadziesiąt nanosekund (dla kostki CMOS4013, bo np. układu 74ACT74 – tylko kilka ns).

A więc jeszcze przez kilkadziesiąt nanosekund po wystąpieniu aktywnego zbocza, na wyjściach Q i Q\ będzie się utrzymywał „stary stan". Tym samym „nowy" stan, wpisany z wejścia D pojawi się na wyjściach Q i Q\ po tym czasie opóźnienia ΔT. W momencie, gdy na wejściu D pojawi się opóźniony „nowy" stan, na wejściu zegarowym nie będzie już zmian, tylko będzie tam panował stan wysoki. Tym samym sygnał, że tak powiem, nie zapętli się, nie powstanie żaden generator, tylko na wyjściach pozostanie „nowy" stan aż do przyjścia następnego sygnału zegarowego.

Przy okazji jak na dłoni masz sprawę maksymalnej częstotliwości pracy przerzutnika T. Oczywiście maksymalna częstotliwość pracy będzie zależeć od czasu opóźnienia między wejściami a wyjściem. Czym dłuższe opóźnienie, tym mniejsza maksymalna częstotliwość pracy. Nieprzypadkowo narysowałem też mniej strome zbocza na wyjściach Q i Q\ – czas jaki upływa między przejściem napięcia na wyjściu od jednego "czystego" stanu logicznego do drugiego, wynosi kilka do kilkudziesięciu nanosekund.

Czasy opóźnienia (propagacji) w układach CMOS zależą od wartości napięcia zasilającego – czym większe napięcie, tym te czasy są krótsze. Przykładowo według katalogu, krajowe układy MCY74013 mają następujące typowe czasy opóźnienia (ΔT) między wejściem CL a wyjściami przy różnych napięciach zasilających:

5V: 150ns
10V: 100ns
15V: 45ns

Tym samym maksymalna częstotliwość pracy przerzutnika (np. w roli przerzutnika T), czyli maksymalna częstotliwość na wejściu zegarowym jest różna dla różnych napięć zasilania. Ten sam katalog podaje, że częstotliwość ta wynosi:

5V: 7MHz
10V: 16MHz
15V: 24MHz

Nie myśl jednak, że wszystkie układy CMOS rodziny 4000 mogą pracować przy dużych częstotliwościach, ponad dziesięciu megaherców. Tak duże częstotliwości pracy są możliwe jedynie w przypadku stosunkowo prostych układów, takich jak bramki czy pojedyncze przerzutniki. Nietrudno się domyślić, że jeśli w układzie występuje więcej przerzutników i bramek, to ich czasy opóźnienia się sumują i znacznie ograniczają maksymalną częstotliwość pracy. W praktyce z wielu względów (nie tylko z powodu dużego czasu opóźnienia, ale też z uwagi na znaczny wzrost poboru prądu wraz z częstotliwością) układy CMOS4000 wykorzystuje się jedynie przy częstotliwościach co najwyżej 500kHz...1MHz. Przy większych częstotliwościach korzystniej jest zastosować kostki z rodzin 74HC, 74HCT, 74AC, 74ACT, czy 74F.

Piotr Górecki

część 3

Tranzystory dla początkujących

Przed miesiącem zrozumiałeś wreszcie z grubsza działanie tranzystora. Na pewno drżysz z niecierpliwości, i zastanawiasz się, dlaczego nie tłumaczę ci, jak tranzystor wzmacnia napięcie. Dlaczego tyle uwagi poświęciłem wzmacnianiu prądu i dlaczego tak obszernie tłumaczyłem ci sprawę spadków napięć i źródeł prądowych.

Wytrzymaj jeszcze trochę – wszystko poznasz po kolei. Za miesiąc wytłumaczę ci szczegółowo to, na co tak niecierpliwie czekasz: mianowicie jak tranzystor wzmacnia napięcie.

Dziś zajmiemy się szczegółowo przede wszystkim wejściem tranzystora, to znaczy złączem baza-emiter. Poznasz kilka ważnych zagadnień praktycznych. Choć może wydadzą ci się niepotrzebne, jestem przekonany, że już niebawem wykorzystasz je w praktyce. Nie lekceważ podanego materiału, bo są to wiadomości niezbędne do gruntownego zrozumienia tematu tranzystorów. Nie ukrywam, że chcę cię od razu wrzucić na głębokie wody i przynajmniej zasygnalizować zagadnienia wykraczające poza elementarne podstawy. Jeśli należysz do tych, którzy nie chcą wychylać się poza elementarz, nie czytaj wszystkiego – na końcu artykułu zamieściłem ramkę z informacjami naprawdę podstawowymi.

PNP i NPN

W poprzednim odcinku jakoś tak samo wyszło, że obwód baza-emiter w tranzystorze zachowuje się ni mniej ni więcej, tylko tak jak dioda. To nie przypadek – tak jest naprawdę. Śmiało możesz wyobrażać sobie, że tranzystor składa się z dwóch niezależnych obwodów, czy też elementów:

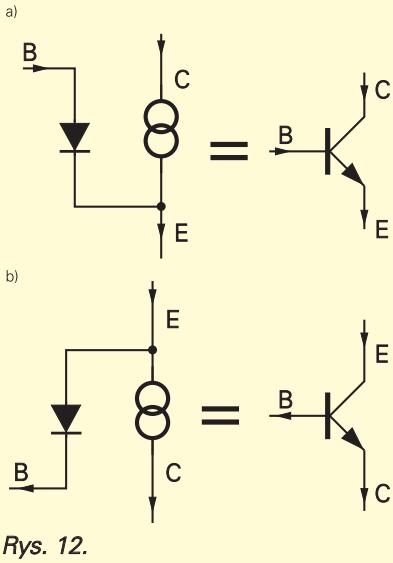
- obwód baza-emiter zawiera najzwyklejszą diodę,
- obwód kolektor-emiter zawiera źródło prądowe.

W poprzednim odcinku, gdy tłumaczyłem ci działanie tranzystora na przykładzie gaźnika, doszliśmy do tranzystora NPN. Na pewno bez problemu zrozumiałeś jego działanie. Teraz pomału zapomnij o gaźniku, a pamiętaj tylko, że tranzystor to w rzeczywistości źródło prądowe sterowane prądem bazy. Jeśli przyswoisz sobie tę definicję, nie będziesz miał żadnych kłopotów z tranzystorem PNP.

Jego działanie jest takie same, jak tranzystora NPN, inny jest tylko kierunek przepływu prądów. Kierunki prądów w obu tranzystorach możesz zobaczyć na **rysunku 12**. Zapamiętaj raz na zawsze, że **strzałka w symbolu tranzystora (w obwodzie emitera) wskazuje kierunek przepływu prądu (od dodatniego do ujemnego bieguna źródła zasilania)**.

Celowo rysuję ci tranzystor PNP w sposób pokazany na **rysunku 13a**, a nie w sposób z **rysunku 13b**.

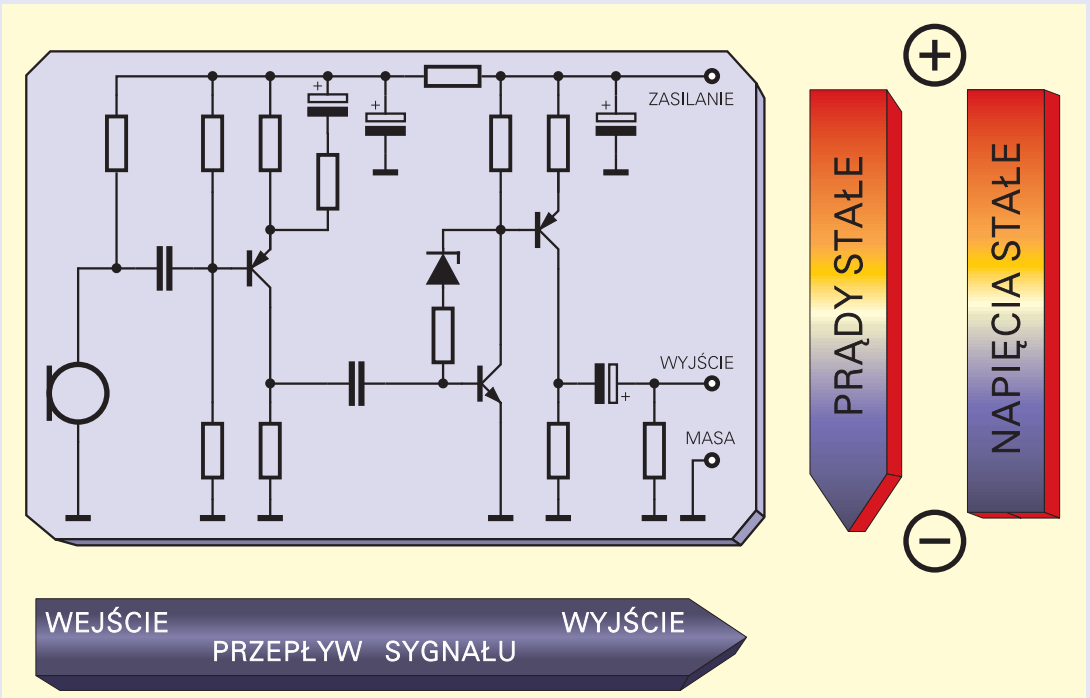
Czy sam potrafisz odpowiedzieć, dlaczego? Przecież na różnych schematach spotyka się sposób z rysunku 13b.



Rys. 12.

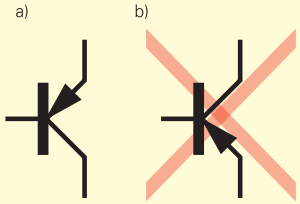
Żadnego błędu w takim narysowaniu nie ma, ja tylko chciałbym cię od początku przyzwyczaić do zdrowych zasad. Chodzi tylko i wyłącznie o sposób rysowania schematów. Na pewno zauważyłeś, że niektóre schematy narysowane są jakoś tak fajnie, w przejrzysty sposób, że już na pierwszy rzut oka widać, jak działa dany układ, a przy okazji można się zorientować, jakie są napięcia stałe w poszczególnych punktach układu.

Inne schematy narysowane są w jakiś pokrętny, bardzo zawikłany sposób, i trzeba się dużo nabiedzić, żeby się zorientować, jak taki układ funkcjonuje, a na pewno ze sposobu narysowania nie wynikają żadne wnioski, odnośnie napięć stałych w układzie.



Rys. 14a.

Jeszcze raz podkreślam, że różnica polega tylko na sposobie narysowania schematu.



Rys. 13.

Żeby schemat był w miarę przejrzysty warto przestrzegać podstawowych zasad:

- „prądy zasilania na schemacie" powinny płynąć z góry na dół
- „sygnały na schemacie" powinny przebiegać z lewej strony na prawą.
- w miarę możliwości punkty o napięciu bardziej dodatnim powinny być narysowane wyżej niż punkty o napięciu niższym.

Rysunek 14 pokazuje dwa sposoby narysowania schematu ideowego tego samego układu. Pierwszy uwzględnia powyższe zasady, drugi nie. Który ze schematów jest łatwiejszy do analizy?

Sprawa jest o tyle aktualna, że w schematach nadsyłanych do Redakcji przez Czytelników, zwłaszcza do Szkoły Konstruktorów, często spotykam „kwiatki" podobne do rysunku 14b.

Przyzwyczaj się więc do podanych zdrowych reguł i uwzględniaj je przy rysowaniu swoich schematów. Wtedy będziesz rysował tranzystor PNP tak, jak na rysunku 13a, a nie według rysunku 13b.

To była dygresja na marginesie – sposób rysowania schematów nie ma przecież wpływu na działanie tranzystora. Ułatwia tylko analizę układu.

Zajmiemy się teraz złączem baza-emiter tranzystora. Wiesz już, że tranzystory PNP i NPN różnią się jedynie kierunkiem przepływu prądów. Podane dalej wiadomości, w równym stopniu dotyczą obu typów tranzystorów.

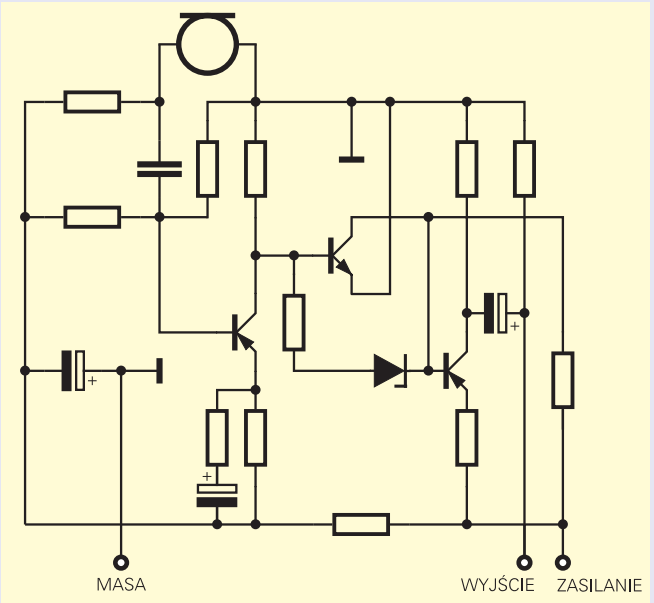
Dioda i złącze baza – emiter

Zaczynamy od stwierdzenia, że złącze baza-emiter ma właściwości zwykłej diody półprzewodnikowej. Żeby dogłębnie zrozumieć zachowanie tranzystora w układzie, i żeby umieć samodzielnie dobrać warunki pracy tranzystora, musisz dobrze rozumieć działanie i parametry diody.

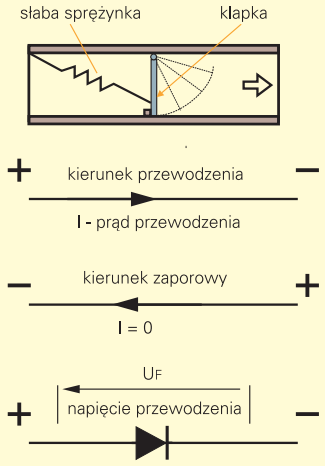
Przypomnę ci więc właściwości diody. Hydrauliczną analogię diody znajdziesz na **rysunku 15**. Zastosowana sprężynka jest bardzo słaba (podatna), więc do otwarcia klapki „w słusznym" kierunku przewodzenia potrzeba niewielkiej siły, a więc niewielkiego ciśnienia.

Pomyśl, to bardzo ważny wniosek: na takim elemencie nie może wystąpić duży spadek ciśnienia, bo już małe ciśnienie otwiera klapkę całkowicie, umożliwiając przepływ praktycznie dowolnych ilości wody.

Tak samo jest z diodą. Dioda przepuszcza prąd w jednym kierunku. Ten „słuszny" kierunek nazywamy kierunkiem przewodzenia. Już stosunkowo niewielkie napięcie „otwiera" diodę powodując przepływ prądu. Na przewodzącej diodzie występuje niewielki spadek napięcia. Zauważ, że to napięcie (spadek napięcia) na przewodzącej diodzie nie

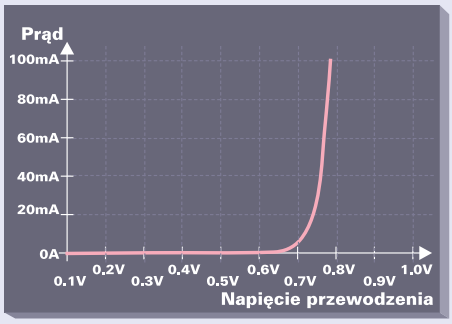


Rys. 14b.

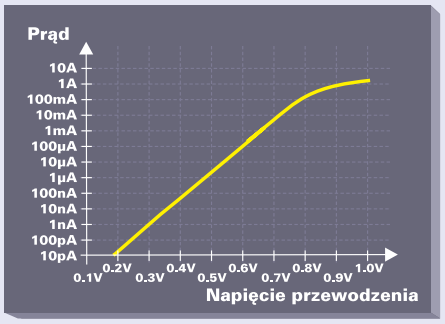


Rys. 15.

Rys. 16a.



Rys. 16b.



może dowolnie rosnąć. Do pełnego „otwarcia" diody, czyli nawet przy bardzo dużych prądach, potrzebne napięcie (spadek napięcia) jest niewielkie.

Być może słyszałeś, że przy napięciu (przewodzenia) poniżej 0,6V...0,7V dioda krzemowa nie przewodzi, a prąd pojawia się dopiero dla napięć wyższych niż te 0,6V...0,7V. Takie są potoczne wyobrażenia.

Ale być może słyszałeś, że napięcie na diodzie jest proporcjonalne do logarytmu płynącego przez nią prądu. Zapewne niewiele z tego sformułowania rozumiesz. Moglibyśmy pominąć ten wątek, ale ja od razu chcę rzucić cię na głębokie wody, dlatego przyjrzymy się nieco bliżej tej sprawie.

Obejrzyj sobie charakterystykę prądowo-napięciową diody (czyli zależność napięcia i prądu). Zwykle rysuje się ją w ten sposób, że na osi poziomej zaznacza się napięcie, a na osi pionowej – prąd. Taki sposób narysowania sugeruje, że ustalamy (wymuszamy) jakieś napięcie na diodzie, i w zależności od tego napięcia, przez diodę płynie odpowiedni prąd. Tak jest tylko w teorii (oraz ewentualnie podczas eksperymentów w szkolnej pracowni). W praktyce podchodzimy do sprawy odwrotnie: oto przez diodę płynie jakiś prąd, i przy przepływie tego prądu na diodzie występuje jakieś napięcie (spadek napięcia). Jest to tak zwane napięcie przewodzenia diody. Niezależnie od podejścia, rezultat jest zawsze ten sam: danej wartości prądu odpowiada określona wartość napięcia i odwrotnie. Zależność tę możemy zaznaczyć na rysunku – właśnie to jest charakterystyka diody w kierunku przewodzenia.

Nas w tej chwili interesuje, jak zmienia się napięcie na diodzie (a właściwie na złączu baza-emiter tranzystora) w zależności od prądu (prądu bazy tego tranzystora).

Rysunek 16a i **b** pokazuje charakterystykę tej samej diody, narysowaną na dwa sposoby. Obie skale na rysunku 16a są liniowe, natomiast na rysunku 16b prąd na osi pionowej zaznaczono w skali logarytmicznej, a napięcie, jak poprzednio, w skali liniowej. Choć wierzyć się nie chce, jeszcze raz przypominam, że jest to charakterystyka tej samej diody, tylko narysowana nieco inaczej.

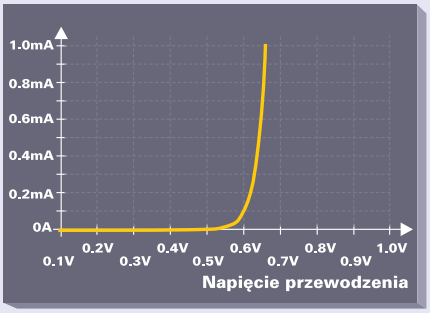
Wystarczy popatrzyć na rysunek b, by przekonać się, że gdy prąd zaznaczy się na skali logarytmicznej, to wybitnie krzywa charakterystyka z rysunku a w dziwny sposób się prostuje, przynajmniej w zakresie mniejszych prądów. Właśnie tu masz czarno na białym logarytmiczną zależność napięcia na diodzie od płynącego prądu. Nawet jeśli nie wiesz co to jest logarytm (naturalny), nie przeszkodzi ci to w uchwyceniu sensu mary logarytmicznej – przyjrzyj się po prostu wartościom prądu oznaczonym na pionowej osi. Przecież mamy prawo zaznaczyć na osi pionowej prąd w taki trochę nietypowy sposób (a może właśnie typowy dla natury), by dziesięciokrotnej zmianie wartości odpowiadała jedna działka na osi. Nie musisz się dalej w to wgłębiać, zapamiętaj tylko i przyjmij do wiadomości, iż profesjonaliści często wykorzystywali i pomimo ofensywy układów cyfrowych, nadal wykorzystują zależność wyraźnie widoczną na rysunku 16b do logarytmowania sygnałów, a także do analogowego mnożenia, dzielenia, potęgowania i pierwiastkowania. Może będzie to dla ciebie zaskoczeniem, ale właśnie dioda (lub złącze baza-emiter tranzystora) dobrze nadaje się do przeprowadzania operacji matematycznych na sygnałach analogowych. Na przykład tę logarytmiczną zależność wykorzystuje zdecydowana większość przetworników prawdziwej wartości skutecznej (ang. True RMS). A przetworniki True RMS spotkasz w wielu cyfrowych miernikach uniwersalnych lepszej klasy. Tyle o logarytmowaniu, na razie głębsza wiedza na ten temat nie jest ci potrzebna.

Wracajmy do charakterystyki z rysunku 16a. Ja tu ci truję, że masz jakąś skomplikowaną logarytmiczną zależność (na co rzeczywiście wskazuje rysunek 16b), a ty do tej pory spotykałeś się z popularnym stwierdzeniem, iż spadek napięcia na krzemowej diodzie (i tak samo na złączu baza-emiter tranzystora) ma stałą wartość. Jedni podają, że wynosi 0,7V, inni 0,6V, a jeszcze inni podają wartość około 0,6...0,8V. I co? Kto tu kłamie?

W rzeczywistości nie ma tu znaczącej sprzeczności, ale sprawa wymaga drobnego uściślenia.

Popatrz na **rysunek 17**. Jest to w zasadzie to samo co na rysunku 16a, charakterystyka dotyczy jednak tylko prądów o wartościach do 1mA, a nie jak poprzednio, do 100mA. Zauważ, że zgodnie z rysunkiem 17, dla napięć do 0,5V, prąd diody rzeczywiście ma bardzo małą wartość. To samo możesz sprawdzić na rysunku 16b. Pamiętaj, że 1µA (mikroamper), to jedna milionowa ampera.

Rys. 17.



Sam widzisz, że w wielu sytuacjach śmiało możemy mówić, że dla napięć poniżej 0,5V, dioda praktycznie nie przewodzi prądu.

Trochę inaczej wygląda jednak sprawa z diodą prostowniczą, a inaczej z obwodem bazy tranzystora. Dla diody prostowniczej prąd rzędu 1 czy nawet 10 mikroamperów, to prąd wręcz pomijalnie mały. A dla tranzystora?

W tranzystorach, prąd kolektora płynący podczas normalnej pracy ma zwykle wartość w zakresie od ułamków miliampera do co najwyżej setek miliamperów (na razie pomijamy tranzystory dużej mocy). Uwzględniając, że tranzystor wzmacnia prąd, wychodzi na to, że prąd bazy tranzystora pracującego w typowym układzie ma wartość od ułam-

ków mikroampera do pojedynczych miliamperów.

Właśnie, w niektórych twoich układach prąd bazy może mieć wartość rzędu 1 mikroampera lub nawet mniej!

Czyli zgodnie z rysunkiem 16b, dla takich prądów bazy, napięcie baza-emiter tranzystora będzie mieć wartość 0,5...0,7V.

Zauważ, że przy tysiąckrotnej zmianie prądu (bazy), napięcie zmieni się tylko o około 200mV.

Teraz już chyba zrozumiałeś, iż w mniej precyzyjnych obliczeniach możemy przyjąć w uproszczeniu jakąś średnią, stałą wartość, np. właśnie 0,6V lub 0,65V. Ot i cała tajemnica!

Proste? Tak, ale my tu trochę uprościliśmy sprawę, pomijając bez wahania prądy poniżej 1 mikroampera, mówiąc iż są to pomijalnie małe wartości. Wyobraź sobie, że w profesjonalnych układach logarytmujących użyteczny zakres prądów często sięga 100pA do 1mA. 100 pikoamperów to 0,1 nanoampera czyli jedna dziesięciomiliardowa ampera. Ty na razie nie próbuj myśleć o prądach rzędu pikoamperów (i pracować przy takich prądach); pozostaw to zawodowcom.

Wracajmy do tranzystora.

Jak widać z analizowanych charakterystyk, napięcie między bazą i emiterem, oznaczane UBE, podczas normalnej pracy tranzystora nie przekracza 0,8V. Jeśli w jakimś realnym układzie byłoby większe, to tranzystor na pewno jest uszkodzony. Przykładowo, jak wynikałoby z rysunku 16, przy napięciu UBE równym 1V, prąd bazy tranzystora musiałby wynosić ponad 1A, a tranzystorów o tak dużym prądzie bazy na pewno nie spotkasz w swoim życiu.

Zapamiętaj więc ważną informację praktyczną: **jeśli napięcie U_{BE} zwykłego tranzystora NPN lub PNP (w kierunku przewodzenia) zmierzone w układzie, wynosi ponad 0,8V, to tranzystor ten NA PEWNO jest uszkodzony**.

Tranzystory mocy

W naszej praktyce używamy zwykle tranzystorów małej mocy. Chodzi o to, że w tranzystorze w czasie pracy wydziela się w postaci ciepła jakaś moc – nazywamy ja mocą strat. Małe tranzystory mogą pracować przy niewielkich prądach kolektora (do 100...300mA), a wydzielana moc strat nie może być większa niż 0,1...0,6W, zależnie od typu tranzystora.

W niektórych przypadkach musimy pracować z większymi prądami, a wydzielana moc jest znacznie większa. Wtedy stosujemy tranzystory dużej mocy. Mają one większe obudowy i przystosowane są do przykręcenia do radiatora chłodzącego.

Problemem mocy strat i odprowadzania ciepła zajmiemy się w przyszłości, teraz chodzi mi tylko o jedną drobną sprawę. Aby uzyskać duże prądy w obwodzie kolektora, musimy pracować przy odpowiednio dużych prądach bazy. Prądy bazy będą znaczne, ponieważ tranzystory dużej mocy mają zwykle współczynnik wzmocnienia prądowego mniejszy, niż tranzystory małej mocy. Jeśli na przykład wzmocnienie tranzystora mocy wynosi 50, to dla uzyskania prądu kolektora równego 10A, prąd bazy musi wynieść 0,2A.

Jak myślisz, czy w tranzystorach dużej mocy napięcie baza-emiter musi być większe, niż w tranzystorach małej mocy?

Tak wynikałoby z rysunku 16.

Pamiętaj jednak, że rysunek ten dotyczy jakiejś konkretnej diody, czy konkretnego złącza baza-emiter.

Jak myślisz, czy wartość spadku napięcia przy danym prądzie będzie zależeć od powierzchni tego złącza?

Maleńki tranzystor małej mocy ma małą powierzchnię złącza, duży tranzystor mocy będzie miał znacznie większą powierzchnię tego złącza.

Masz rację, o wartości napięcia zadecyduje gęstość prądu przypadająca na jednostkę powierzchni tego złącza.

Wniosek?

Napięcie baza-emiter w tranzystorach dużej mocy przy znacznych prądach bazy może być nawet mniejsze, niż w tranzystorach małej mocy.

Ta informacja nie jest może najważniejsza, ale powinieneś o tym wiedzieć, by potem po zmierzeniu napięć w jakimś układzie z tranzystorami mocy nie dziwić się i nie szukać dziury w całym.

Wpływ temperatury

Na rysunku 16 zaznaczyłem ci, w jakich granicach zmienia się napięcie na złączu baza-emiter przy różnych prądach bazy. Nie znaczy to jednak, że mając charakterystykę konkretnego tranzystora i znając prąd bazy, potrafisz precyzyjnie określić, jakie będzie napięcie między bazą a emiterem.

Czy już wiesz, dlaczego?

Otóż nie uwzględniłeś wpływu temperatury.

Rysunek 16 pokazuje charakterystykę dla jakiejś jednej temperatury – zwykle jest to temperatura pokojowa rzędu +25°C. Tymczasem ze wzrostem temperatury napięcie przewodzenia na diodzie i złączu tranzystora zmniejsza się.

Dla konkretnego egzemplarza tranzystora czy diody wpływ temperatury pokazany jest na **rysunku 18a**.

Może się zdziwisz, ale niedwuznacznie wychodzi na to, że zmiany napięcia baza-emiter pod wpływem zmian temperatury mogą być znacznie większe, niż zmiany wywołane zmianami wartości prądu bazy!

Pamiętaj też o grzaniu się tranzystorów, także tych małej mocy.

Wnioski?

Z wartości napięcia emiter-baza niewiele dowiesz się o prądzie bazy. Szczerze mówiąc, w związku ze znacznym wpływem temperatury, napięcie to nie daje praktycznych informacji. Jedynie jeśli jest większe niż 0,8V, to nieodwołalny znak, iż tranzystor jest uszkodzony.

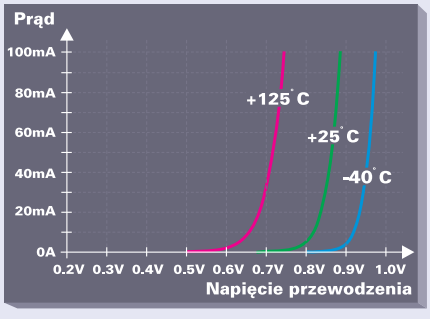
Czy to znaczy, że dokładna wartość napięcia baza-emiter nigdy nas nie obchodzi, bo nie niesie żadnej pewnej informacji?

Nie! Co istotne, jeśli prąd ma stałą wartość, to zmiany napięcia pod wpływem temperatury są, można powiedzieć – liniowe, czyli zmiana napięcia przewodzenia jest wprost proporcjonalna do zmian temperatury. Co jeszcze ważniejsze, zmiany te są powtarzalne, czyli nie zmieniają się z upływem czasu.

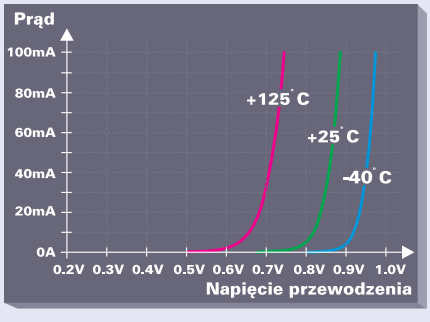
Wszystko to powoduje, że zwykła dioda lub złącze baza-emiter tranzystora mogą być z powodzeniem użyte do pomiaru temperatury. Przy odpowiedniej budowie układu pomiarowego i właściwym wyskalowaniu, można uzyskać bardzo dobrą dokładność pomiaru, rzędu 0,1...0,2°C.

Sposób ten bardzo często używany jest do pomiaru temperatur w zakresie -40...+125°C. Jest tylko jeden drobny szkopuł. Otóż w praktyce w procesie produkcji półprzewodników nie udaje się uzyskać idealnie takich samych parametrów dla wszystkich egzemplarzy diod czy tranzystorów, nawet pochodzących z tej samej partii produkcyjnej i z tej samej płytki krzemowej.

Rys. 18a.



Rys. 18b.



Zawsze występuje pewien rozrzut parametrów, i ostatecznie w niektórych katalogach charakterystyka diody czy złącza baza-emiter wygląda tak jak na **rysunku 18b**. Obszar zacieniowany wskazuje na spodziewany rozrzut parametrów pomiędzy egzemplarzami.

Już z tego widać, że przy wykorzystaniu złącza półprzewodnikowego do pomiaru temperatury, niezbędna jest indywidualna kalibracja dla każdego egzemplarza. W książkach czasem podaje się, że napięcie na złączu zmienia się z temperaturą o -2,2mV na stopień Celsjusza. Owe -2,2mV trzeba traktować jako wartość orientacyjną, a nie ścisłą. Zresztą inne źródła podają wartość tego współczynnika -2mV/°C.

Na razie nie będziesz chyba projektował układów pomiaru temperatury, ale powinieneś wiedzieć, że właściwości złącza B-E umożliwiają taki pomiar. Przedstawiona zależność wykorzystywana jest nie tylko do budowy termometrów elektronicznych. Powszechnie stosuje się ją w układach scalonych do realizacji obwodów zabezpieczenia termicznego. Czy wiesz na jakiej zasadzie pracuje taki obwód?

Wystarczy ustawić napięcie baza-emiter tranzystora na wartość, powiedzmy, 0,5V. Jak widać z rysunkach 16, 17 oraz 18, w temperaturze pokojowej popłynie wtedy pomijalnie mały prąd bazy. Prąd kolektora też będzie pomijalnie mały. Jeśli temperatura będzie rosnąć, to rosnąć będzie też prąd bazy, a tym samym prąd kolektora. Gdy prąd kolektora przekroczy ustaloną wartość, zadziała współpracujący obwód zabezpieczenia cieplnego.

Zależność parametrów od temperatury w niektórych układach jest zaletą, ale jak łatwo się domyślić, na przykład w precyzyjnych układach pomiarowych jest przekleństwem, z którym trzeba walczyć wszelkimi siłami. To jednak jest już odrębny, bardzo szeroki temat, do którego może jeszcze wrócimy. Na razie zajmiemy się kolejną podstawową sprawą.

Odwrotna polaryzacja

Uproszczony schemat zastępczy tranzystora z rysunku 12, zawierający diodę i sterowane źródło prądowe, nie do końca oddaje właściwości tranzystora. Znaczna część Czytelników sprawdza tranzystory za pomocą omomierza wiedząc, że złącza baza-emiter i baza-kolektor zachowują się jak diody. Rzeczywiście w pewnych warunkach tranzystor można traktować jako połączenie dwóch diod według **rysunku 19**. Ale niestety, tranzystora nie można wykorzystać jako dwóch oddzielnych diod, i na przykład zrealizować za pomocą dwóch tranzystorów mostka diodowego (**rysunek 20**). Tranzystor to coś więcej, niż dwie diody. Zapamiętaj to i nawet nie próbuj podobnych sztuczek.

Rysunek 19 nasuwa jednak pytanie, czy aby w układzie elektronicznym nie można zamienić miejscami emitera i kolektora tranzystora? Inaczej mówiąc, czy kolektor mógłby pełnić rolę emitera i odwrotnie?

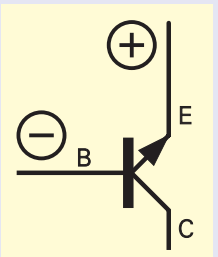
Pytanie jest jak najbardziej poważne, a starsi Czytelnicy pamiętają zapewne, że niektóre dawne radzieckie tranzystory po zamianie roli emitera z kolektorem, pracowały tak samo, albo nawet lepiej.

To prawda, że niektórym tranzystorom, wykonywanym bardzo starymi technologiami, było niemal wszystko jedno, która elektroda ma być kolektorem, a która emiterem. Ale to były bardzo dawne czasy. Natomiast współczesne tranzystory produkowane są pod kątem określonych zastosowań, i nie będą dobrze pracować po zamianie emitera z kolektorem. Być może czytałeś gdzieś o tak zwanej pracy inwersyjnej tranzystora. Zapomnij o tym. W układach, które będziesz montował, ewentualnie konstruował, tranzystory „zwykłe" czyli bipolarne będą pracować w normalny sposób.

A więc nie kombinuj z zamianą miejscami emitera i kolektora.

Ale to jeszcze nie wszystko.

Czy tranzystor może pracować przy „odwrotnym" napięciu między bazą a emiterem. Co się stanie w układzie z **rysunku 21**, gdy napięcie bazy tranzystora NPN będzie niższe niż napięcie emitera?



Rys. 21.

Rysunki 12 i 19 nie sygnalizują żadnych ograniczeń.

Czy więc napięcie na bazie tranzystora z rysunku 21 może mieć dowolnie dużą wartość ujemną? Zapewne nie, spodziewamy się, iż złącze to, jak każda dioda, ma określone dopuszczalne napięcie wsteczne (kilkadziesiąt woltów).

Tu mam dla ciebie niespodziankę (o ile jeszcze tego nie wiesz): złącze baza-emiter spolaryzowane w kierunku zaporowym zachowuje się jak dioda Zenera o napięciu pracy około 6,2V (niektóre źródła podają 5...7V).

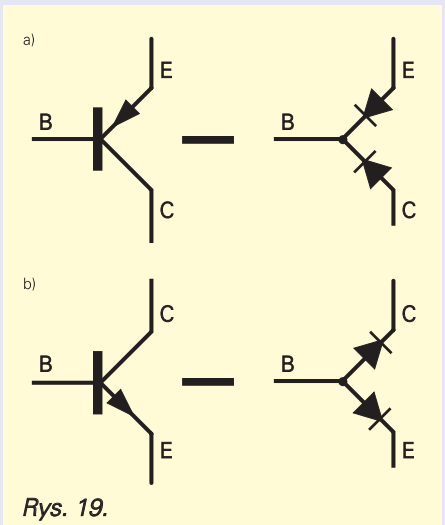
Jeśli jeszcze nie wiesz, co to jest dioda Zenera przyjmij, iż jest to po prostu stabilizator napięcia.

Czyli po podaniu na bazę napięcia wstecznego o wartości przekraczającej napięcie przebicia, przez złącze emiter-baza popłynie prąd. Słowo „przebicie" zabrzmiało groźnie, ale nie ma się czego bać – o ile tylko prąd nie będzie zbyt duży (by cieplnie uszkodzić złącze), tranzystorowi nic się nie stanie. Przebicie takie na pewno nie uszkodzi trwale tranzystora

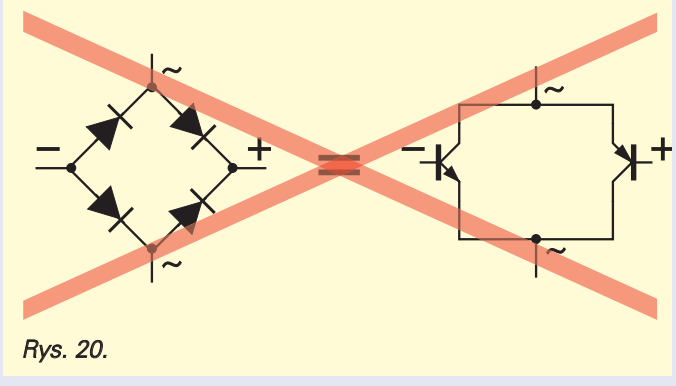
Krótko mówiąc, tranzystor może pełnić rolę diody Zenera czyli stabilizatora napięcia. Na **rysunku 22** pokazałem ci cztery przykłady wykorzystania tranzystorów w tej roli. Zauważ, że w każdym przypadku złącze emiterowe jest spolaryzowane wstecznie, wykorzystujemy tylko dwie końcówki, i taki sposób pracy nie ma nic wspólnego z normalnym trybem pracy tranzystora.

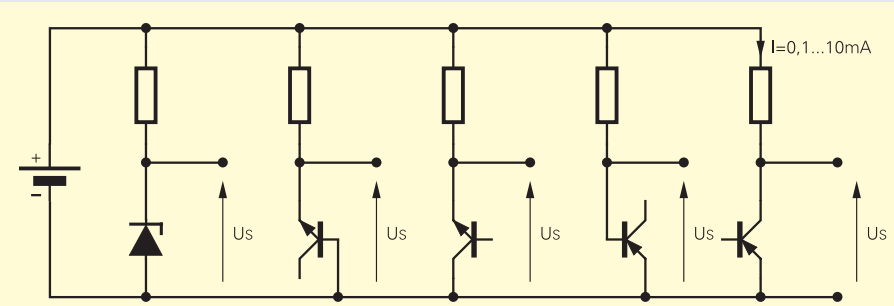
Przypomnę ci jeszcze raz te normalne warunki pracy: dla tranzystora NPN napięcie bazy (mierzone w stosunku do emitera) wynosi około +0,6V...+0,7V, złącze spolaryzowane jest w kierunku przewodzenia i płynie prąd bazy I_B. Płynie też prąd kolektora I_C, a napięcie na kolektorze U_C (też mierzone w stosunku do emitera) również jest dodatnie i wynosi od +0,1V do pełnego napięcia zasilającego U_2. Masz to zaznaczone na **rysunku 23**.

A co powiedzieć o sytuacji z **rysunku 24**, gdy w normalnym układzie pracy tranzystora (NPN) napięcie bazy

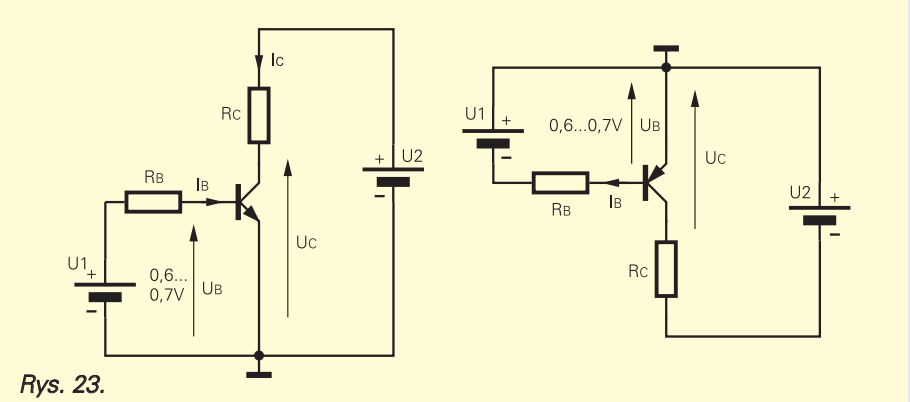


Rys. 19.

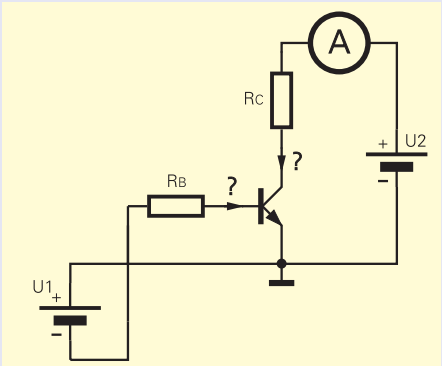

Rys. 20.



Rys. 22.



Rys. 23.



Rys. 24.

spadnie poniżej napięcia emitera i będzie wynosić 0...-5V? Co się będzie działo w obwodzie bazy, a co w obwodzie kolektora?

Dla ujemnych napięć bazy o takiej wartości, złącze baza-emiter będzie spolaryzowane zaporowo (wstecznie), ale na pewno nie wystąpi jeszcze wspomniane przebicie. W obwodzie bazy nie będzie więc płynął żaden prąd, a tym samym w obwodzie kolektora też nie będzie płynął prąd. Tranzystor będzie w stanie odcięcia (nieprzewodzenia).

A co się stanie, gdy w układzie z **rysunku 24** napięcie U1 obniży się poniżej -5V, gdy w obwodzie emiter-baza nastąpi przebicie i w obwodzie bazy popłynie prąd wsteczny (płynący z baterii U1 od masy przez emiter, bazę, rezystor RB? Czy wtedy w obwodzie kolektora pojawi się prąd?

To jest wbrew pozorom ważne pytanie, ponieważ w praktyce czasem można spotkać się z taką sytuacją. Nie udzielę ci odpowiedzi – możesz ją znaleźć sam, montując układ według rysunku 24 i sprawdzając, czy amperomierz w kolektorze tranzystora pokaże jakikolwiek prąd, po pojawieniu się prądu wstecznego w obwodzie bazy.

Potraktuj to jako zadanie domowe.

W ramach takich domowych ćwiczeń proponuję ci też sprawdzenie, jaką wartość ma stabilizowane napięcie w układach z rysunku 22. Przekonaj się sam, na ile zależy ono od typu tranzystora, oraz jaki jest rozrzut pomiędzy egzemplarzami tranzystorów tego samego typu.

Podsumowanie

Dzisiejszy odcinek poświęcony był w całości obwodowi baza-emiter tranzystora bipolarnego.

Na koniec zbierzmy w ramce najważniejsze wnioski. Za miesiąc zajmiemy się obwodem kolektora, jego charakterystykami i typowym układem pracy tranzystora.

Piotr Górecki

Co musisz wiedzieć o złączu baza–emiter tranzystora

W typowym układzie pracy tranzystora napięcie między bazą i emiterem wynosi mniej więcej 0,6...0,7V (porównaj rysunek x+12). Złącze emiterowe jest spolaryzowane w kierunku przewodzenia i płynie prąd bazy. Płynie też prąd kolektora.

Jeśli między bazą a emiterem napięcie (w kierunku przewodzenia) jest większe niż 0,8V, to tranzystor na pewno jest nieodwracalnie uszkodzony. Przy takim uszkodzeniu obwód kolektor–emiter może być na trwałe zwarty (przebity), ale może też być rozwarty (przerwany). W każdym razie zbyt wysokie napięcie baza–emiter jest absolutnie pewnym dowodem, że tranzystor jest zepsuty i trzeba go wymienić.

Jeśli napięcie baza-emiter wynosi 0...0,5V – tranzystor nie przewodzi, czyli w obwodzie kolektora nie płynie prąd (pomijamy ewentualne prądy kolektora rzędu nanoamperów). Jeśli przy tak małym napięciu bazy tranzystor jednak przewodzi, to na 95% jest uszkodzony (pozostałe 5% to sytuacje, gdy na bazę podawane są impulsy, których średnia wartość daje owe napięcie 0...0,5V na woltomierzu, albo też dołączony miernik analogowy o małej rezystancji wewnętrznej przejmie prąd bazy tranzystora). W każdym razie po bezpośrednim zwarciu bazy z emiterem każdy tranzystor musi zostać zatkany, czyli przestać przewodzić prąd. Takie zwarcie bazy z emiterem niczym nie grozi i często jest stosowane przy sprawdzaniu tranzystorów w pracującym układzie. Jeśli po zwarciu bazy z emiterem, w obwodzie kolektora płynie nadal prąd, to tranzystor na pewno jest zepsuty i trzeba go wymienić.

Nie należy natomiast bezmyślnie zwierać bazy z kolektorem (by sprawdzić, czy tranzystor zostanie otwarty). Wprawdzie w ogromnej większości przypadków również niczym to nie grozi, jednak w niektórych układach, na przykład we wzmacniaczach wysokiej częstotliwości, może to spowodować uszkodzenie tranzystora.

Prąd kolektora nie powinien płynąć także wtedy, gdy złącze baza–emiter spolaryzowane jest odwrotnie, w kierunku zaporowym (dla tranzystora NPN odwrotna polaryzacja oznacza, że napięcie na bazie jest niższe niż na emiterze).

Specyficzne właściwości złącza baza–emiter spolaryzowanego w kierunku przewodzenia są wykorzystywane do pomiaru temperatury oraz do logarytmowania (przeprowadzania operacji matematycznych na sygnałach analogowych). Natomiast złącze baza–emiter spolaryzowane w kierunku zaporowym może służyć jako dioda Zenera, czyli stabilizator napięcia.

W kolejnej części naszego cyklu zapoznamy się z pozostałymi podprogramami zawartymi w monitorze komputerka edukacyjnego AVT-2250. W dalszej części artykułu postaram się wyjaśnić znaczenie kilku ważnych dla działania monitora rejestrów. Na końcu jak zwykle proponuję kolejną lekcję szkoły mikroprocesorowej, tematem dzisiejszej będzie konwersacja liczb szesnastkowych na dziesiętne.

Na początek naszego dzisiejszego spotkania kilka użytecznych przy pisaniu programów podprocedur standardowych „biosu" naszego komputerka.

TEXT (0285h)

- wyprowadza na wyświetlacz znaki począwszy od pozycji DLx podanej w rejestrze B aż do kodu „pustego" – 00h. Kody muszą znajdować się w pamięci programu, a adres ich początku przed wywołaniem procedury powinien znajdować się w rejestrze DPTR. Jeżeli kolejne kody (bajty) opisują znaki np. cyfry, litery: „A""...""F", „P", „L", oraz inne zgodnie z zasadą tworzenia własnego znaku podaną w poprzednim odcinku szkoły mikroprocesorowej, a cały ciąg bajt kończy się liczbą 0, to w efekcie podprogram powoduje wypisanie na wyświetlaczu pseudo-tekstu.
- adres wywołania: 0285h
- we: DPTR wskazuje początek ciągu bajtów w pamięci programu, B – pozycja 1 znaku na wyświetlaczu (1...8)
- wy: wypisuje znaki na wyświetlaczu zgodnie z zasada opisaną wcześniej
- traci: rejestry DPTR, A i R0
- przykład: powiedzmy że chcemy wypisać pseudo-napis informujący o błędzie, np. „Error". W pierwszej kolejności dobrze jest zdefiniować trzy znaki (litery), a więc „E", „r" i „o" opierając się na matrycy wyświetlacza 7-segmentowego. Korzystając z zasady tworzenia znaków opisanej w lekcji 5, definiujemy :

```
_Eequ   01111001b ;litera „E" (segmenty B, C i kropka zgaszone) – 79h
_r equ  01010000b ;litera podobna do małego „r" – 50h
_oequ   01011100b ;litera podobna do małego – 5Ch
```

Przy definicji każdej z liter dodano znak podkreślenia, ze względu na komputerowców, którzy korzystając z asemblera nie powinni tworzyć (z zasady) jednoznakowych przypisań EQU. Ja w swoich rozważaniach przyjąłem zasadę, że przy definiowaniu znaku do wyświetlenia poprzedzam jego symbol właśnie znakiem określenia, a np. definiując kod wciśniętego klawisza dodaję na początku literę „k", ot tak dla porządku i większej czytelności całego programu.

No dobrze ale wracajmy do naszego przykładu, otóż teraz w dowolnej części programu, najlepiej na jego końcu (przed deklaracją END) należy zdefiniować cały napis, a więc:

```
napis_blad      DB      _E, _r, _r, _o, _r, 0
```

Prawda że proste, zauważ wszakże że do prawidłowego wyświetlenia potrzebny jest kod 0 (00h) na końcu każdego ciągu bajtów i tak też jest u w naszym przykładzie.

Teraz ilekroć będziesz chciał wywołać taki komunikat w swoim programie zamiast wystarczą te oto instrukcje:

```
MOV     DPTR, #napis_blad   ;adres ciągu znaków (bajtów)
MOV     B, #1               ;wypisz od 1-szej pozycji displeja
LCALL   TEXT                ;no i wypisz komunikat
```

„Komputerowcy" mogą w tej chwili zajrzeć do zbioru o nazwie „CONST.INC" z dyskietki AVT-2250/D, gdzie zdefiniowano większość potrzebnych znaków jednocześnie na tyle czytelnych aby być rozpoznane na wyświetlaczu wskaźnika 7-segmentowego. „Ręczniakom" podaję ściągę, oto ona:

znak		kod	komentarz
_0	equ	00111111b	;cyfra '0' (3Fh)
_1	equ	00000110b	;cyfra '1' (06h)
_2	equ	01011011b	;cyfra '2' (5Bh)
_3	equ	01001111b	;cyfra '3' (4Fh)
_4	equ	01100110b	;cyfra '4' (66h)
_5	equ	01101101b	;cyfra '5' (6Dh)
_6	equ	01111101b	;cyfra '6' (7Dh)
_7	equ	00000111b	;cyfra '7' (07h)
_8	equ	01111111b	;cyfra '8' (7Fh)
_9	equ	01101111b	;cyfra '9' (6Fh)
_A	equ	01110111b	;litera 'A' (77h)
_B	equ	01111100b	;litera 'B' (7Ch)
_C	equ	00111001b	;litera 'C' (39h)
_D	equ	01011110b	;litera 'D' (5Eh)
_E	equ	01111001b	;litera 'E' (79h)
_F	equ	01110001b	;litera 'F' (71h)
_kropka	equ	10000000b	;kropka wyświetlacza (80h)
_pusty	equ	0	;wszystkie segmenty wygaszone (00h)
_kursor	equ	00001000b	;znak podkreślenia „_", znany jako kursor
_minus	equ	01000000b	;znak '-' (40h)
_H	equ	01110110b	;litera 'H' (76h)
_J	equ	00011110b	;litera 'J' (1Eh)
_L	equ	00111000b	;litera 'L' (38h)
_P	equ	01110011b	;litera 'P' (73h)

```
_U      equ     00111110b   ;litera 'U' (3Eh)
_Y      equ     01101110b   ;litera 'Y' (6Eh)
_M      equ     00110111b   ;znak podobny do dużej litery 'M' (37h)
_n      equ     01010100b   ;znak podobny do małej litery 'n' (54h)
_T      equ     00110001b   ;znak podobny do dużej litery 'T' (31h)
_S      equ     _5          ;litera „S" jest taka sama jak cyfra „5"
_r      equ     01010000b   ;znak podobny do małego 'r' (50h)
```

W nawiasach podano, użyteczne przy ręcznym wklepywaniu programów, szesnastkowe postacie kodów przedstawionych znaków. Oczywiście podane przykłady nie wyczerpują możliwości definiowania własnych znaków i symboli, przecież segmentów w wyświetlaczu jest 7, czyli teoretycznych kombinacji aż 128, do tego dochodzi jeszcze „kropka", ale to pozostawiam już waszej wyobraźni oraz naszym dalszym wspólnym rozważaniom.

DELAY (0295h)

– wykonanie tego podprogramu zajmuje procesorowi określony czas, którego wielkości można określić podając wartość rejestru A (akumulatora przed wywołaniem procedur, zgodnie z zasadą:
*czas wykonania = wartość z Acc * 1,95 ms (milisekundy) – około.*

Skoro więc do akumulatora można wpisać dowolną liczbę z zakresu 1...255 (nie zalecam w tym przypadku zera) to w efekcie działanie podprogramu DELAY można porównać z wywołaniem celowego opóźnienia o czasie trwania w zakresie około 2...500 ms, czyli od ułamków do prawie do 1/2 sekundy.

– adres wywołania: 0295h
– we: Acc – opóźnienie * 1,95 ms
– wy: j/w
– traci: Acc
– przykład:

```
MOV     A, #255
LCALL   DELAY           ;około 1/2 sekundy
MOV     A, #255
LCALL   DELAY           ; i znów około 1/2 sekundy
.........
```

co w programie wywoła opóźnienie około 1 sekundy.

Uwaga, procedury nie należy wykorzystywać w celu generowania opóźnień czasowych, np. przy odliczaniu sekund, minut czy godzin, ponieważ jej konstrukcja powoduje błąd odmierzania. Do tego celu nadaje się inny rejestr w pamięci wewnętrznej RAM procesora, ale o tym za chwilę.

CONIN (02C5h)

– zeruje bufor klawiatury (komórkę w wewn. RAM o adresie 76h) a następnie oczekuje aż do skutku na wciśnięcie dowolnego klawisza, po czym umieszcza w akumulatorze (Acc) kod tego klawisza zgodnie z tabelą ASCII, czyli

przy wciśnięciu klawisza:	w Acc będzie kod:
"0"	30h
"1"	31h
"2"	32h
"3"	33h
"4"	34h
"5"	35h
"6"	36h
"7"	37h
"8"	38h
"9"	39h
"A"	41h
"B"	42h
"C"	43h
"D"	44h
"E"	45h
"F"	46h

Wyjątkiem jest klawisz OK, w wyniku naciśnięcia którego w akumulatorze znajdzie się kod 0Dh (13 dziesiętnie).

Ktoś w tej chwili zapyta a co się stanie w przypadku wciśnięcia klawisza „M", a no nic ponieważ ten klawisz zarezerwowany jest do natychmiastowego przerwania programu użytkownika i powrotu do monitora komputerka edukacyjnego.

– adres wywołania: 02C5h
– we: czekanie na klawisz aż do skutku
– wy: w Acc kod naciśniętego klawisza zgodnie z tabelą powyżej
– przykład: powiedzmy że czekamy na klawisz „OK" lub na „4", poniższy przykład pozwoli nam rozstrzygnąć, który z nich został wciśnięty. Zdefiniujemy na początku kod klawisza OK jako:

```
klaw_OK         EQU             13

czekaj:
        LCALL   CONIN           ;oczekiwanie na klawisz
        CJNE    A, #klaw_OK, czy4   ;czy klawisz = OK, nie to skocz
                                jest_OK:
        .......     tu dalsze instrukcje programu właściwe dla klawisza OK
        .......
czy4:   CJNE    A, # 4, czekaj      ;czy klawisz '4, nie to czekaj dalej
        .......
        .......     tu dalsze instrukcje programu właściwe dla klawisza '4
```

Zauważmy, że w linii sprawdzającej klawisz '4 użyliśmy znaków apostrofów, dlaczego?, ano dlatego że argumentem bezpośrednim w przypadku asemblera PASM51.EXE nie musi być bezpośrednio liczba, ale także może być odpowiadający jej kod znaku zgodny z ASCII, jak podano w tabeli powyżej. Dzięki temu program staje się bardziej czytelny, a komputerowcy nie musza sobie wyrywać włosów z głowy, zadając sakramentalne pytanie podczas analizy dawno zapomnianego programu: „... co ja w tym momencie chciałem osiągnąć???.....".

Linię tę można oczywiście zapisać jako

```
czy4:   CJNE            A, #34h, czekaj             ;.... itd.
```

a efekt działania będzie ten sam. Należy przy tym wspomnieć że ta forma jest bardziej czytelna dla „ręczniaków", mają oni bowiem od razu kod argumentu do wklepania w postaci szesnastkowej.

GETDIGIT (0379h)

– podprogram służy do wprowadzenia z klawiatury cyfry kodu szesnastkowego (0..9,A..F) z jednoczesnym wypisaniem jej na wyświetlaczu na pozycji podanej w rejestrze B przed wywołaniem procedury. Praktycznym zastosowaniem jest wprowadzanie przez użytkownika programu danych liczbowych w postaci szesnastkowej (lub jak się to okaże za chwilę także dziesiętnej) w sytuacji gdy zachodzi taka potrzeba, np. przy podawaniu adresu obszaru w zewn. pamięci RAM procesora.
– adres wywołania: 0379h
– we: B – numer pozycji na wyświetlaczu (1...8)
– wy: wprowadzona cyfra (0...15) 0...9, A...F
– traci: rejestr R0
– przykład: niech w naszym programie zajdzie potrzeba wprowadzenia liczby graczy, dzięki naszemu podprogramowi można to osiągnąć elegancko za pomocą kilku poniższych linii:

```
.......     poprzednie działania programu
.......
LCALL   CLS             ;wyczyszczenie displeja
MOV     DPTR, #napis_play   ;adres napisu „PLAY-"
MOV     B, #1           ;od 1-szej pozycji
LCALL   TEXT            ;wypisz psudo-tekst
MOV     B, #6           ;na 6-tej pozycji
LCALL   GETDIGIT        ;pobierz liczbę graczy
ANL     A, #7           ;i ogranicz ja w zakresie 0...7
JZkoniec ;jeżeli liczba graczy = 0 to zakończ program
MOV     B, A            ;jeżeli nie to umieść ją w rejestrze B
.........               ;....i baw się dalej
koniec:
.........   tu zakończenie programu
```

Nie zapomnijmy zdefiniować psudo-napisu „PLAY", który daje znać że program czeka na podanie ilości graczy, a więc:

```
napis_play      DB      _P, _L, _A, _Y, _minus, 0
```

W efekcie działania instrukcji z przykładu, na początku profilaktycznie wyczyszczony zostanie wyświetlacz, potem procesor wypisze komunikat „PLAY", informując użytkownika o potrzebie wprowadzenia liczby graczy, następnie po wciśnięciu klawisza, program ograniczy liczbę zawodników do 7-miu i sprawdzi ilu graczy wybrano. Jeżeli ich liczba jest = 0 to program zakończy się, jeżeli nie to rozpocznie się jego dalsza część.

GETACC (03A7h)

– podprogram pochodny od GETDIGIT. W wyniku jego wywołania komputerek oczekuje od użytkownika wprowadzenia 8-bitowej liczby szesnastkowej (2 cyfry) a następnie wprowadza ją do akumulatora.

Dodatkowo można określić pozycję na wyświetlaczu od której ma być wypisana wprowadzona liczba.
– adres wywołania: 03A7h
– we: B – pozycja displeja, od której ma być wyświetlana wprowadzana liczba (1...7)
– wy: Acc – wprowadzona liczba (np. 64h po wciśnięciu klawiszy '6' i '4')
– traci: rejestr R0
– przykład: program prosi o podanie 2 liczb 8-bitowych, następnie je mnoży, a wynik wypisuje na wyświetlaczu

```
LCALL   CLS             ;profilaktycznie czyścimy pole odczytowe
MOV     DPTR, #napis1   ;zaproszenie do wpisania 1 składnika
MOV     B, #1           ;od pozycji 1 displeja
LCALL   TEXT            ;wypisz komunikat
MOV     B, #4           ;od 4-tej pozycji displeja
LCALL   GETACC          ;pobierz 1-szy składnik
PUSH    Acc             ;i zapamiętaj go na stosie
MOV     DPTR, #napis2   ;zaproszenie do wpisania 2 składnika
MOV     B, #1           ;od pozycji 1 displeja
LCALL   TEXT            ;wypisz komunikat
MOV     B, #4           ;od 4-tej pozycji displeja
LCALL   GETACC          ;pobranie 2-ego składnika
LCALL   CLS             ;przygotowanie do wypisania wyniku
POP     B               ;odtwarzamy 1-szy składnik w rej. B
MUL     AB              ;pomnożenie składników (drugi jest w Acc)
MOV     DPH, B          ;przepisujemy wynik mnożenia B.A
MOV     DPL, A          ;do rejestru DPTR celem wypisania wyniku
MOV     B, #5           ;od 5-tej pozycji displeja
LCALL   DPTR4HEX        ;wypisanie wyniku mnożenia
.....
```

Nie zapomnijmy zdefiniować komunikatów zapraszających do wprowadzenia pierwszego, a następnie drugiego wskaźnika, a więc np.:

```
napis1  DB      _L, _1, _minus, 0   ;napis: „L1 -" (składnik nr 1)
napis2  DB      _L, _2, _minus, 0   ;napis: „L2 -" (składnik nr 2)
```

GETDPTR (03B9h)

– podprogram służący do wprowadzenia przez użytkownika 16-bitowej liczby (4 cyfry) z jednoczesnym wyświetleniem jej na displeju od pozycji określonej w rejestrze B. Wynik wprowadzania zostaje umieszczony w rejestrze DPTR. Procedura pochodna od GETACC.
– adres wywołania: 03B9h
– we: B – pozycja displeja, od której ma być wyświetlana wprowadzana liczba (1...5)
– wy: DPTR – wprowadzona liczba (np. AC81h po wciśnięciu klawiszy 'A', 'C', '8 i '1)
– traci: rejestr R0
– przykład: spróbujmy zapisać działanie programu podobne do funkcji „FILL" dostępnej z poziomu monitora komputerka edukacyjnego, oto instrukcje, w wyniku których program pyta o koniec i początek obszaru zewn. pamięci RAM do wypełnienia oraz o stałą wypełnienia, a następnie zapełnia wszystkie komórki podaną wartością. Wersja „surowa" bez bajeranckich komunikatów.

```
nasz_fill:
   LCALL   CLS             ;to już znamy
   MOV     B, #1           ;od pozycji 1 displeja
   LCALL   GETDPTR         ;pobierz najpierw koniec obszaru
   MOV     R7, DPH         ;i zapamiętaj go w rejestrach R7.R6
   MOV     R6, DPL
   LCALL   CLS             ;to już znamy
   MOV     B, #1           ;także od pozycji 1
   LCALL   GETDPTR         ;pobierz początek obszaru
   MOV     B, #7
   LCALL   GETACC          ;i pobierz stałą do wypełnienia
   MOV     B, A
wypelniaj:
   MOV     A, B
   MOVX    @DPTR, A
   INC     DPTR
   MOV     A, DPL
   CJNE    A, DPL, wypelniaj
   MOV     A, DPH
   CJNE    A, DPH, wypelniaj
koniec_wypelniania:
   .........
   .........
```

Przykład byłby krótszy, gdyby istniała instrukcja 8051 typu:

CJNE Rn, adres, ofset

zastanów się dlaczego i spróbuj uzupełnić program o niezbędne komunikaty.

W przykładzie dla uproszczenia algorytmu najpierw wprowadza się adres końcowy obszaru do wypełnienia, a następnie początkowy, to też temat na krótkie zastanowienie się. O ile linii program byłby dłuższy, gdyby było odwrotnie – najpierw początek a potem koniec obszaru pamięci?

I to już wszystkie podprogramy standardowe dotyczące podstawowych urządzeń wejścia-wyjścia naszego komputerka edukacyjnego, czyli klawiatury i wyświetlacza. Pozostało nam jeszcze jedno specjalne i jednocześnie dość użyteczne urządzenie wbudowane standardowo w procedur 8051 a pozwalające komunikować się naszemu komputerkowi ze światem zewnętrznym chodzi mianowicie o potocznie nazywany **port szeregowy**.

Zauważcie że na płytce waszego zestawu znajduje się kompletny układ do takiej transmisji (U13 wraz z C7...C10) oraz do połączenia komputerka wprost do portu szeregowego komputerka PC lub każdego innego wyposażonego w taki układ. Może to być także inny komputerek AVT2250 – to podpowiedź dla „ręczniaków".

W programie monitora znajdują się 3 dodatkowe podprogramy ułatwiające komunikowanie się naszego komputerka z innym urządzeniem port transmisji szeregowej, omówimy je za chwilę.

Chce w tym miejscu wyjaśnić że podane w tej części artykułu informacje na temat portu szeregowego nie wyczerpując tego tematu, mają jedynie za zadanie wyjaśnić działanie opisanych podprogramów. Dlatego bez wchodzenia w szczegóły (na które przyjdzie pora w jednym z kolejnych odcinków naszego cyklu) pokażę praktyczny sposób zmuszenia naszego komputerka do odbierania i wysyłania danych poprzez port szeregowy.

Czyż to nie wspaniałe móc dołączyć nasze malutkie „urządzonko" do zwykłego PC-ta, Amigi lub innego urządzenia zawierającego układ asynchronicznej transmisji szeregowej, tak drodzy Czytelnicy, za chwilę się to stanie.

Dla porządku powiem że przed rozpoczęciem zabawy z portem szeregowym i wywołaniem związanych z nim podprogramów monitora, powiem że będziemy korzystać z typu transmisji który można określić następującymi cechami:

– **asynchroniczna**: oznacza to że urządzenie nadawcze jak i odbiorcze musza mieć ustaloną tę samą szybkość transmisji, czyli że w takim samym tempie musza odbierać i nadawać kolejne bity danych. Niestety aby tak było najprościej jest ustawić ręcznie szybkość transmisji w sposób ręczny. W przypadku naszego komputerka najłatwiej jest tego dokonać za pomocą funkcji monitora „BAUD" – klawisz „B". W „przyrodzie" przyjęto pewne standardowe szybkości transmisji szeregowej asynchronicznej, a mianowicie:
  1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600 bodów. Liczby te oznaczają ilość przesyłanych bitów w ciągu jednej sekundy, w żargonie komputerowców nazywa się je jednostką „bod" (ang. „baud"). Profesjonaliści na prezentacjach mówią o „bitach na sekundę" (B/sek) lub o kilobitach / sekundę.
  Zakres standardowych prędkości jest szerszy, tak w dół jak i górę, lecz my w naszej praktyce będziemy używać podanych wyżej, co w zupełności wystarczy każdemu „zjadaczowi chle...", chyba „zjadaczowi kompute...", sami zresztą dokończcie.
– w typowej transmisji zakładamy, że dana jest liczbą 8-bitową (można zatem przesyłać znaki z zakresu 0...255) dodatkowo występuje tzw. bit startu (logiczne „0") oraz bity stopu, u nas będzie to jeden (logiczne 1). Tak jak wspomniałem wcześniej o szczegółach transmisji dowiemy się później, toteż proszę się nie denerwować chwilowym brakiem wiedzy.

W praktyce wszystko co trzeba zrobić aby procesor 8051 zaczął odbierać i wysyłać znaki w tym trybie, należy wpisać odpowiednie wartości do kilku rejestrów specjalnych (SFR). Na szczęście program monitora komputerka edukacyjnego jest tak skonstruowany, że po włączeniu zasilania automatycznie ustawia wszystkie niezbędne rejestry tak jak trzeba, toteż pozostaje tylko skorzystać z dobrodziejstw transmisji szeregowej i zabrać się do roboty.

Do tego potrzebny będzie kabel, którego konstrukcję sposób wykonania przedstawiłem przy okazji prezentacji konstrukcji komputerka w numerach EdW z poprzedniego roku.

Tak a propos, to musze przyznać że choć wspomniany kabelek składa się tylko z dwóch identycznych wtyczek DB9 oraz 3 kabelków, to z prawidłowym jego wykonaniem macie często sporo problemów. Tak na prawdę to nie wiem dlaczego, toteż proszę o wiadomości, piszcie drodzy czytelnicy, piszcie... .

Zanim przejdę do omówienia wspomnianych podprogramów, muszę wyjaśnić że zmianę szybkości transmisji asynchronicznej naszego komputerka oprócz metody ręcznej, można osiągnąć także poprzez modyfikację rejestru specjalnego TH1 (SFR, adres: 8Dh). W zależności od żądanej prędkości transmisji należy wpisać do niego odpowiednią liczbę, zgodnie z wykazem poniżej:

prędkość transmisji	wartość TH1 (8Dh)
1200	D0h

2400	E8h
4800	F4h
9600	FAh
19200	FDh
38400	FEh
57600	FFh

W praktyce modyfikacji rejestru można dokonać za pomocą instrukcji:
MOV TH1, #baud
gdzie za wyraz „baud" podstawiamy wybraną z tabeli powyżej wartość, np.
MOV TH1, #FDh ; ustawienie prędkości transmisji na 19200 bit/sek.

Z obsługą łącza szeregowego za pomocą wspomnianych procedur monitora, do omówienia których za chwilę przejdziemy, wiąże się dodatkowo rejestr przeterminowania transmisji, umieszczony w wewn. RAM procesora pod adresem 74h nazywany przeze mnie „overtime" (z ang. – „przeterminowanie").

Uwaga, rejestr ten nie jest standardowym rejestrem specjalnym SFR procesora 8051, został on zaimplementowany przeze mnie w trakcie tworzenia programu monitora dla komputerka AVT-2250, toteż jeżeli, ktoś np. postanowi sam zaprogramować sterowanie transmisją poprzez port szeregowy, powinien się z tym liczyć. Wnikliwi czytelnicy z pewnością a tym już wiedzą, ano choćby z informacji o adresie rejestru „overtime" równym 74h, a więc znajdującym się poza obszarem rejestrów specjalnych procesora SFR, mniej wtajemniczonym wszakże o tym przypominam.

W przypadku użycia procesor standardowych monitora czas przeterminowania określono na 60 sekund, co oznacza, że jeżeli w ciągu 1 minuty od wywołania podprogramu odebrania danej (bajtu) z portu szeregowego, dana ta nie zostania odebrana pomyślnie, to procedura zakończy się z ustawionym odpowiednim wskaźnikiem błędu. Dzięki temu użytkownik może stwierdzić fakt, że np. zewnętrzne urządzenie jest nieaktywne (np. wyłączone) nie może przesyłać danych, na skutek różnych szybkości transmisji odbiornika i nadajnika odbiór danej jest błędny.
Przejdźmy zatem do omówienia procedur obsługi łącza szeregowego.

INRS (02A5h)

- podprogram oczekuje na daną (bajt) z portu szeregowego, a po odebraniu umieszcza ją w akumulatorze (Acc). W przypadku gdy w ciągu minuty nie nadejdzie żaden znak, procedura kończy się automatycznie i dodatkowo zostaje ustawiony znacznik C, co świadczy o błędzie.
- adres wywołania: 02A5h
- we: bez parametrów
- wy: jeśli C=0 to odebrany znak znajduje się w Acc, w przeciwnym przypadku (C=1) wystąpił błąd – przeterminowanie
- zmienia: znacznik C
  (oraz dodatkowo informacja na przyszłość: zeruje znacznik RI oraz ustawia znacznik REN, znaczenie tych dwóch ostatnich poznamy przy okazji szczegółowego omawiania portu transmisji szeregowej procesora 8051).
- przykład: zaprogramujmy procesor tak aby odebrał 10 bajtów poprzez łącze szeregowe, a następnie zakończył program stwierdzając czy transmisja się powiodła, czy też nie.

```
b9600  EQU   0FAh              ;deklaracja liczby z tabeli szybkości

       MOV   TH1, #b9600       ;ustaw prędkość na 9600 bodów
       MOV   R7, #10           ;10 znaków do odebrania
       MOV   R0, #50h          ;bufor na 10 znaków od adresu 50h
następny:
       LCALL INRS              ;pobierz bajt z portu
       JC    blad              ;jeżeli wystąpił błąd to skocz do etykiety
       MOV   @R0, A            ;zapamiętaj daną w pamięci
       INC   R0                ;zwiększ adres wskaźnika bufora
       DJNZ  R7, nastepny      ;jeśli nie to następny bajt do odebrania
                               okej:
       MOV   DPTR, napis_OK    ;komunikat o poprawnym odbiorze
pisz:  MOV   B, #1             ;od pierwszej pozycji
       LCALL TEXT              ;wypisz na displeju

stop:  SJMP  stop              ;stop programu

blad:  MOV   A, R0             ;pobierz wartość wskaźnika bufora
       ANL   A, #0Fh           ;zamień wartość wskaźnika R0 na liczbę
                               ;odebranych prawidłowo bajtów (0...9)
       MOV   B, #7             ;na pozycji 7-8
       LCALL A2HEX             ;pokaż liczbę odebranych znaków
       MOV   DPTR, #napis_ERR  ;komunikat o błędzie
       SJMP  pisz              ;skok do etykiety „pisz" = wypisanie
```

Należy jeszcze zdefiniować komunikaty o przebiegu transmisji, np.:

```
napis_OK DB    _S, _U, _C, _C, 0   ;"SUCC" skrót od „succesfull" (ang. pomyślnie)
napis_ERR DB   _E, _r, _r, _o, _r, 0 ;to już znamy – patrz opis proc. TEXT
```

W przykładzie procesor odbiera 10 znaków (bajtów) z portu szeregowego ustawionego na szybkość 9600 bit/sek, i umieszcza je w wewn. pamięci RAM procesora w obszarze o adresach 50h....59h (patrz na wskaźnik R0). W przypadku prawidłowego odebrania wszystkich 10-ciu bajtów na wyświetlaczu wypisywany jest komunikat o pomyślnym przebiegu transmisji. Jeżeli zaś wystąpił błąd, na wyświetlaczu pojawia się komunikat o błędzie („Error") oraz dodatkowo zostaje wypisana liczba prawidłowo odebranych znaków. W kilku liniach zrealizowano uproszczoną konwersję liczby szesnastkowej na dziesiętną, korzystając z faktu, że w przypadku wystąpienia błędu nasz wskaźnik R0 będzie zawierał liczbę z przedziału 50...59h. Toteż poprzez logiczne wymnożenie (instrukcja „ANL") tej wartości przez liczbę 0Fh pozbywamy się niepotrzebnego starszego półbajtu „5", i zostaje nam tylko liczba z przedziału „0"..."9", czyli ilość prawidłowo odebranych znaków, którą następnie wypisujemy na displeju tuż za napisem „Error", prawda że eleganckie.

OUTRS (02B9h)

- podprogram natychmiast po wywołaniu ustawia port szeregowy w tryb nadawania (blokuje odbiornika), wysyła do portu bajt znajdujący się w akumulatorze (Acc), a na zakończenie ponownie odblokowuje odbiornik ustawiając w ten sposób port w tryb odbioru danych.
- adres wywołania: 02B9h
- we: A – znak do nadania
- wy: bez parametrów
- zmienia: (informacje zaawansowane) zeruje znacznik TI oraz po zakończeniu ustawia znacznik REN (odblokowuje odbiornik)
- przykład: poniżej zrealizujemy tzw. „efekt echa", dzięki któremu możliwe jest łatwe sprawdzanie obu linii (odbiorczej i nadawczej) portu szeregowego. Wszystkie odebrane znaki będą natychmiast wysyłane przez nasz komputerek z powrotem do urządzenia zewnętrznego, które powinno być ustawione w odpowiedni tryb pracy. Dodatkowo odebranie bajtu o kodzie 27 (komputerowcy w tym miejscu rozpoznają klawisz „Esc") kończy program.

```
nastepny:
       LCALL  INRS             ;czekanie na daną z portu
       JC     blad             ;jeżeli przeterminowanie to skocz
       LCALL  OUTRS            ;jeśli nie to odeslij znak
       CJNE   A, #27, nastepny ;czy bajt = 27, nie to odbierz następny
       SJMP   stop             ;tak to skok na koniec
blad:  MOV    DPTR, #napis_ERR ;komunikat o błędzie
       MOV    B, #1            ;na pozycji 1 displeja
       LCALL  TEXT             ;wypisz
stop:  SJMP   stop             ;i zakończ program

napis_ERR  DB                  _E, _r, _r, _o, _r, 0
```

INACCRS (02F2h)

- podprogram oczekuje na 2 znaki ASCII z portu szeregowego a następnie zamienia je na bajt i umieszcza wynik w akumulatorze. Odbierane znaki muszą reprezentować cyfry kodu szesnastkowego, czyli '0 ... 9, 'A ... F. Kody tych znaków – czyli ich reprezentacje liczbowe podałem wcześniej w artykule przy okazji omawiania procedury CONIN. Obowiązuje zasada z przeterminowaniem, tak jak w przypadku procedury INRS. Pierwszy odebrany kod jest traktowany jako starszy półbajt liczby, drugi 0– jako młodszy.
- adres wywołania: 02F2h
- we: bez parametrów
- wy: C=0 to w Acc znajduje się liczba (np. 8Eh po odbiorze liczb: 38h (znak '8) i 45h (znak 'E)), w przeciwnym przypadku (C=1) transmisja się nie powiodła.
- zmienia: uwagi jak w przypadku procedury INRS.
- przykład: ponieważ użycie tej procedury jest trywialne, pokażę w jaki sposób wykonać podprogram odwrotny, czyli taki który wysyła liczbę znajdująca się w akumulatorze poprzez port szeregowy jako 2 znaki ASCII, oto instrukcje:

```
OUTACCRS:                      ;tak nazwiemy nasz przykład
   MOV    DPTR, #tabela        ;pobranie adresu wskaźnika tabeli
                               ;kodów ASCII
   PUSH   Acc                  ;zapamiętanie liczby do wysłania
   SWAP   A                    ;zamiana półbajtów
   ANL    A, #0Fh              ;i obliczenie ofsetu w tabeli
   MOVC   A, @A+DPTR           ;pobranie znaku z tabeli
   LCALL  OUTRS                ;i wysłanie – starszy półbajt
   POP    Acc                  ;odtworzenie akumulatora
   ANL    A, #0Fh              ;obliczenie ofsetu w tabeli
   MOVC   A, @A+DPTR           ;pobranie znaku z tabeli
```

```
    LCALL     OUTRS          ;o wysłanie młodszego półbajtu
    .......                  ;dalsze instrukcje programu lub „RET"

tabela    DB      '0123456789ABCDEF
```

W przykładzie do konwersji liczby 8-bitowej (np. 49h) posłużono się dodatkową tabelą zdefiniowaną jako ciąg znaków ASCII odpowiadający kolejnym cyfrom kodu szesnastkowego, a więc: 0...9, A...F. Zauważmy że tabela po przetłumaczeniu na kod wynikowy będzie miała postać:

```
tabela    DB      30h,31h,32h,33h,34h,35h,36h,37h,38h,39h
          DB      41h, 42h,43h,44h,45h,46h
```

Tak więc np. w przypadku gdy wywołamy wspomniany przykład z liczbą w akumulatorze np. 4Ch, to najpierw program pobierze z tabeli bajt z przesunięciem +4 czyli 34h (co odpowiada znakowi '4), i wyśle go poprzez port szeregowy, a następnie to samo zrobi z młodszym półbajtem – 'C. W efekcie zewnętrzne urządzenie odbiorcze odbierze znaki: '4 i 'C. Proponuję przeanalizować dokładnie jeszcze raz cały przykład.

I to już wszystkie procedury monitora z których można korzystać i które pozwolą na skrócenie czasu pisania programu przez Ciebie, drogi Czytelniku. W naszej szkole spotkamy się z wieloma innymi przykładami, które przy okazji bardziej wyrafinowanych programów będziemy wspólnie omawiać, a następnie stosować.

Dodatkowe rejestry

Przy okazji omawiania zasobów systemowego „bios-a" naszego komputerka nie sposób nie wspomnieć o dodatkowych rejestrach (komórkach wewn. RAM) które wykorzystywane są przez monitor do jego pracy. Musisz wszakże, drogi Czytelniku, zdać sobie sprawę, że nawet wtedy gdy wydaje Ci się że komputerek nie robi nic, to jednak tak nie jest, w każdej sekundzie wykonywanych jest kilka tysięcy operacji, których zadaniem jest chociażby ciągłe kontrolowanie stanu wszystkich klawiszy oraz przemiatanie wszystkich pozycji wyświetlacza. Do tego wszystkiego potrzebne są niektóre komórki pamięci w obszarze wewnętrznej RAM procesora. Autor pisząc program monitora starał się ograniczyć do minimum ilość tych komórek, z których korzysta monitor, tak aby użytkownik komputerka miał do dyspozycji jak największy obszar z 128 bajtów wewnętrznej RAM procesora 8051. To tak jak z pamięcią operacyjną prawdziwych komputerów PC (informacja dla komputerowców), gdy jej brakuje (bo jest zajmowana przez mniej lub bardziej rozbudowane programu rezydentne – TSR), to inne uruchamiane programy mają mniej pamięci do dyspozycji, a często w ogóle nie mogą działać.

W przypadku naszego komputerka ze 128 bajtów wewn. RAM procesora monitor zajmuje 16 położonych „najwyżej" – tzn. adresy 70h...7Fh. Toteż nie należy nieświadomie w tym obszarze umieszczać swoich danych, modyfikując tym samym istotne dla działania całego systemu dane. Przypadkowa i nieprawidłowa modyfikacja jednej z tych komórek może nawet spowodować zawieszenie się komputerka i konieczność jego zresetowania przyciskiem „reset".

Dlatego warto poświęcić trochę czasu i zapoznać się z rejestrami wykorzystywanymi przez monitor. Powinieneś tez wiedzieć drogi Czytelniku że znajomość funkcji tych rejestrów ułatwi nam wspólna analizę przykładów publikowanych w naszym cyklu oraz ułatwi realizowanie wielu pożytecznych funkcji podczas pisania własnych programów.

DL1...DL8 – rejestry bufora wyświetlanych znaków

```
DL1     equ   78h    ;komorka znaku do wyswietlenia na DL1
DL2     equ   79h    ;j/w lecz na DL2
DL3     equ   7Ah    ;j/w lecz na DL3
DL4     equ   7Bh    ;j/w lecz na DL4
DL5     equ   7Ch    ;j/w lecz na DL5
DL6     equ   7Dh    ;j/w lecz na DL6
DL7     equ   7Eh    ;j/w lecz na DL7
DL8     equ   7Fh    ;j/w lecz na DL8
```

Powyżej podano definicje adresów komórek (rejestrów) w wewn. RAM procesora, które używane są do wyświetlania znaków na poszczególnych pozycjach wyświetlacza. I tak jeżeli wpiszemy jakąś liczbę (8-bit) do rejestru DL4, to na czwartym wyświetlaczu zapalone zostaną segmenty odpowiadające ustawionym pozycjom bitów w tej liczbie, zgodnie ze schematem opisanym w poprzednim odcinku naszego cyklu.

Modyfikując bezpośrednio te rejestry możemy umieszczać różne napisy lub pojedyncze znaki na wyświetlaczu. Oto kilka przykładów:

a) instrukcja

```
MOV   DL1, #255
```

spowoduje zapalenie wszystkich segmentów wyświetlacz DL1 (także kropki)

b) instrukcje

```
MOV   DL1, #0
MOV   DL2, #0
MOV   DL3, #0
MOV   DL4, #0
MOV   DL5, #0
MOV   DL6, #0
MOV   DL7, #0
MOV   DL8, #0
```

spowodują to samo co podprogram CLS – wyczyszczenie wyświetlacza.

c) wykonanie instrukcji

```
MOV   DL1, #_H
MOV   DL2, #_E
MOV   DL3, #_L
MOV   DL4, #_L
MOV   DL5, $_0
```

spowoduje pojawienie się znajomego napisu „HELLO" na wyświetlaczu.

W przypadku rejestrów DL1...DL8 ich przypadkowa modyfikacja nie spowoduje w żadnym przypadku zawieszenia systemu, jedynym efektem ubocznym może być wyświetlanie przypadkowych znaków i symboli.

CNT256 – rejestr licznika wyświetlacza (adres: 77h)

Rejestr ten jest automatycznie inkrementowany 256 razy na sekundę, czyli co 1 sekundę następuje jego wyzerowanie. Warto wiedzieć że trzy najmłodsze bity tego rejestru wykorzystywane są do określenia aktualnie aktywnej (w trybie multipleksowania) pozycji wyświetlacza (1 z 8-miu). Dlatego rejestru tego nie należy pod żadnym pozorem zapisywać instrukcjami typu:

```
MOV     CNT256, .....
```

może to bowiem zakłócić kolejność wyświetlania informacji na displeju, lub spowodować migotanie wyświetlaczy.

Rejestr ten można oczywiście odczytywać, w pewnych zastosowaniach może on posłużyć jako generator 8-bitowych liczb pseudolosowych, kiedy to np. liczba taka generowana jest po naciśnięciu klawisza przez użytkownika. Ze względu na dość częste zmiany zawartości tego rejestru (256 Hz) trudno jest przewidzieć potencjalnemu operatorowi, kiedy powinien wcisnąć klawisz aby uzyskać konkretną liczbę.

KLAWISZ – rejestr przechowujący kod wciśniętego klawisza (adres: 76h)

W tej komórce pamięci znajduje się kod ostatnio naciśniętego klawisza klawiatury komputerka. Istotne jest to że po zwolnieniu klawisza rejestr ten nie jest automatycznie zerowany. Można to zrobić samodzielnie instrukcją:

```
MOV     KLAWISZ, #0
```

po odczytaniu klawisza instrukcją : MOV A, KLAWISZ.

Korzystając z podprogramu CONIN nie jest to konieczne, bowiem wyzerowanie następuje każdorazowo po wywołaniu tej procedury.

CNTDEL – rejestr do generowania opóźnień przez procedurę DELAY (adres: 75h)

Rejestr ten jest używany przez procedurę DELAY do generowania opóźnień programowych, zgodnie z opisem przedstawionym wcześniej przy okazji omawiania tego podprogramu. Jeżeli do tego rejestru wpiszemy jakąś liczbę to będzie on automatycznie (z częstotliwością 256Hz) dekrementowany aż do wartości 0. Po osiągnięciu zera rejestr nie jest dalej modyfikowany. Rejestr ten może być modyfikowany dowolnie, jednak należy mieć świadomość że jest on automatycznie zmniejszany z podaną wcześniej częstotliwością.

OVERTIME – rejestr przeterminowania (adres: 74h)

Rejestr wykorzystywany do określania faktu przeterminowania jakiegoś procesu – np. odbioru znaku z łącza szeregowego. Może być wykorzystywany do innych celów. Należy jednak mieć świadomość że w przypadku wpisania jakiejś liczby (różnej od 0) rejestr ten jest automatycznie dekrementowany dokładnie co jedną sekundę. Aby jednak wykorzystać rejestr do odmierzania dłuższego odcinka czasu (z zakresu 1...255 sekund) należy przedtem zsynchronizować moment rozpoczęcia odliczania (wpisanie liczby do rejestru OVERTIME) z momentem zmniejszenia o 1, tak aby pierwsza dekrementacja nastąpiła dokładnie po 1 sekundzie od momentu wpisu. Najłatwiej tego dokonać testując zawartość rejestru CNT256. Jeżeli w momencie odczytu wynosi ona 00h, to możemy być pewni że pierwsze zmniejszenie nastąpi dokładnie po 1 sekundzie. A oto przykład praktyczny – odliczenie podanej liczby sekund (liczbę tę należy podstawić za nazwę: „liczba_sekund").

```
czekaj:
    MOV     A, CNT256     ;testowanie rejestru cnt256
    JNZ     czekaj        ;jeżli <>0 to testuj dalej
                          ;jeśli cnt256=0 to rozpocznij odliczanie
    MOV     OVERTIME,     #liczba_sekund; załadowanie liczby sekund
czekaj2:
    MOV     A, OVERTIME ;testowanie rejestru „overtime"
    JNZ     czekaj2       ;jeżeli nie równy 0 to testuj dalej
```

..... ;tu dalsze instrukcje po odliczeniu sekund

OVERCONST – rejestr obsługi przeterminowania portu szeregowego (adres: 73h)

Komórka przechowująca czas przeterminowania (w sekundach) przy odbiorze znaku z portu szeregowego. Wartość domyślna to liczba 60, czyli 60 sekund. Wpisując inną wartość z zakresu 1...255 można ten czas modyfikować. Wartość z tej komórki jest automatycznie przepisywana do rejestru OVERTIME po wywołaniu podprogramu INRS – odbierającej znak z portu szeregowego

Przykład: wykonując instrukcję

MOV OVERCONST, #10

zmieniamy czas przeterminowania przy odbiorze z portu szeregowego z 60 na 10 sekund.

INTVEC – rejestr tablicy wektorów przerwań (adres: 72h)

Ze względu na fakt że nie zajmowaliśmy się do tej pory szczegółowym opisem układu przerwań procesora 8051 znaczenie tego rejestru okaże się szczególnie ważne gdy zapoznasz się z tą częścią układu. Dla porządku powiem tylko że komórka ta przechowuje wartość bardziej znaczącego bajtu, 16-bitowego adresu skoku do tablicy procedur obsługi przerwań zdefiniowanej przez użytkownika w przestrzeni adresowej procesora – zewnętrznej pamięci danych (układ SRAM – U4).

Wartość wpisywana tu powinna być z reguły równa początkowemu segmentowi pamięci U4, ustawianej przez zworę JP3 – patrz schemat elektryczny systemu AVT-2250.

W chwili obecnej, bez znajomości układu przerwań, szczegółowe wyjaśnianie znaczenia rejestru jest bezcelowe. Zgodnie z przedstawioną wcześniej zasadą, radzę bez znajomości i działania tej komórki pamięci, nie modyfikować jej nieświadomie.

BLINKS – rejestr atrybutów pozycji wyświetlacza (adres: 71h)

Znaczenie tego rejestru omówiliśmy przy okazji poprzedniej lekcji 5 szkoły mikroprocesorowej. Dla porządku przypomnę tylko że poszczególne bity tego rejestru odpowiadają za atrybut wyświetlanego na displeju znaku. Ustawienie np. najstarszego bitu w tym słowie powoduje że zapisany do rejestru DL8 znak będzie migotał. Częstotliwość migania określona jest wewnętrznie przez program monitora na 2Hz. Przyporządkowanie poszczególnych bitów pozycjom wyświetlacza jest następujące.

DL 1-2-3-4-5-6-7-8
bity: 7-6-5-4-3-2-1-0

Przykład zastosowania podałem podczas ostatniej lekcji 5 w poprzednim odcinku szkoły mikroprocesorowej.

A teraz ostatni rejestr wykorzystywany przez monitor. Dzięki niemu możliwe jest ingerowanie w sposób działania procedury obsługującej wyświetlacz i klawiaturę do tego stopnia, że można ją programowo odłączyć i wykorzystać do własnych celów. Mowa o procedurze przerwania generowanej przy przepełnieniu licznika T0.

BSW – rejestr specjalny monitora systemu AVT2250 (adres: 70h)

Komórka przechowująca słowo specjalne monitora systemu AVT-2250, tzw. „Bios Status Word". Każdy z bitów tego rejestru ma szczególne znaczenie, dlatego zapisując tę komórkę należy robić to bardzo ostrożnie. A oto nazewnictwo i znaczenie poszczególnych bitów.

7	6	5	4	3	2	1	0
int/ext T0	ext T0	-	-	1/4 Hz	1/2 Hz	1 Hz	2 Hz

bit 7: **int/extT0** – ustawienie bitu spowoduje skok pod adres xx0Bh, (gdzie xx to wartość rejestru INTVEC – adres 72h), po wykonaniu procedury obsługi wyświetlacza i klawiatury pod tym adresem powinna znajdować się dalsza cześć tej procedury lub instrukcja „RETI „ – powrotu z procedury obsługi przerwania

bit 6: **extT0** – ustawienie powoduje zaniechanie wykonywania procedury obsługi wyświetlacza i klawiatury zawartej w monitorze i skok pod adres w pamięci zewnętrznej równy xx00h, gdzie xx to wartość ze zmiennej INTVEC (adres 72h). Bit ten ma wyższy priorytet od bitu int/extT0

bity 5 i 4: **nie używane**

bit 3: **1/4 Hz** – w przypadku gdy bit „extT0" jest wyzerowany, bit ten zmienia swoją wartość co 4 sekundy (0,25 Hz)

bit 2: **1/2 Hz** – j/w lecz co 2 sekundy (0,5 Hz)

bit 1: **1Hz** – j/w lecz co 1 sekundę (1 Hz)

bit 0: **2Hz** – j/w lecz co 0,5 sekundy (2 Hz)

I tak np. z bitu BSW.0 korzysta funkcja migotania wyświetlaczy, uaktywniana za pomocą rejestru **BLINKS**.

Sposób korzystania szczególnie z dwóch najstarszych bitów rejestru BSW (int/extT0 oraz extT0) wyjaśniony zostanie dokładnie przy okazji omawiania układu przerwań procesora 8051. Bity 3,2,1 i 0 powinny być tylko odczytywane, co pozwala na realizację wielu ciekawych efektów związanych z dokładnym odmierzaniem równych interwałów czasowych. Przykładowe algorytmy korzystające z dobrodziejstw tych bitów podam przy okazji następnych spotkań w szkole mikroprocesorowej.

Sławomir Surowiński

Lekcja 6

W dzisiejszej lekcji proponuję przeanalizowanie ciekawej procedury– podprogramu dodatkowych który będzie nieraz wykorzystywany przez nas w kolejnych tworzonych wspólnie programach. Komputerowcy mogą te przykłady przepisać umieszczając go w dowolnie nazwanym przez siebie zbiorze typu „*.INC".

Zadanie 1

Napisać podprogram zamieniający 16-bitową liczbę na jej postać dziesiętną.

Np. niech w DPTR będzie liczba 8A12h, w wyniku wywołania tej procedury powinniśmy otrzymać wynik w postaci dziesiętnej, czyli: 35346. Należy przy tym zauważyć, że o ile ilość cyfr liczby szesnastkowej to cztery, o tyle przy zamianie liczb powyżej 270Fh wynik, czyli postać dziesiętna będzie miała aż 5 cyfr. Wynika z tego że wynik operacji zamiany będzie składał się z trzech bajtów, bo np. zamieniając liczbę 90ach na postać dziesiętną otrzymamy wynik 37036 dziesiętnie, toteż:

liczba HEX	liczba DEC
90 AC	03 70 36

Jak widać liczba przed zamianą zajmuje 2 bajty, po zamianie aż 3. Oczywiście przy konwersji liczb poniżej 10000 trzeci najstarszy bajt będzie nieznaczący, lecz nasza procedura powinna obsługiwać liczby z pełnego zakresu 16 bitów czyli 0...65535.

Zasada konwersji w naszym przykładzie polega na testowaniu każdego z 16-tu bitów liczby, jeżeli jest on ustawiony (=1) to do wyniku dodawana jest liczba będąca potęgą dwójki, której stopień odpowiada numerowi testowanego bitu, tzn. że dla bitu 0 będzie to 2^0 czyli 1, dla bitu 1 będzie 2^1 = 2,..... itd, aż do bitu 15, gdzie 2^15 = 32768. Jeżeli zaś testowany bit jest równy 0 to wynik pozostaje bez zmian. Dodatkowo podczas dodawania wykorzystano korekcję dziesiętną, dzięki czemu, wynik ma postać dziesiętną, a o to nam przecież chodziło. Jeżeli ktoś chce może na kartce papieru przeprowadzić konwersję tą metodą, jest to dość proste, należy tylko operować na małych wartościach.

A oto kilkanaście linii, dzięki którym przeprowadzana jest konwersja.

Na początku definicje dodatkowych rejestrów, źródła i wyniku działania procedury. Oznaczmy w wewn. pamięci RAM procesora dwie grupy rejestrów, źródła jako parę rejestrów Data: **hiData** i **loData**. Do nich wpisywana będzie liczba do przekształcenia. Określimy też miejsce wyniku, czyli trzy rejestry **wyn3**, **wyn2**, **wyn1** gdzie po zakończeniu działania procedury będzie znajdował się wynik.

```
        loData  equ     21h
        hiData  equ     20h     ;wej: hiData,loData = XXXX h

        wyn1    equ     24h     ;wyj: wyn3,wyn2,
                                ;wyn1 = (0)XXXXX d
        wyn2    equ     23h
        wyn3    equ     22h

;Procedura zamiany 16-bitowej liczby z rejestrów hiData.loData
;na postać dziesiętną.
;we: hiData – starszy bajt liczby do przekształcenia
      loData – młodszy bajt tej liczby
;wy: wyn3 – najstarszy bajt liczby po przekształceniu
      wyn2 – starszy bajt liczby po przekształceniu
      wyn1 – młodszy bajt liczby po przekształceniu

DEC16:                          ;a oto i sama procedura
        mov     wyn1, #0
        mov     wyn2, #0        ;na początku
        mov     wyn3, #0        ;wyzerowanie wyniku
        mov     R0, #1
        mov     R1, #16         ;licznik bitów liczby 16-bitowej
        mov     R2, loData
        mov     DPTR, #tabl     ;pobranie adresu tabeli składników

again:  cjne    R1, #8, loD     ;czy testujemy młodszy
                                ;czy starszy bajt
        mov     R2, hiData
loD:    mov     A, R2
        anl     A, R0
        jz      fini

        mov     A, R1           ;obliczenie właściewj liczby
                                ;z tabeli
        dec     A               ;dla odpowiedniego bitu
        mov     B, #3           ;tabela ma po 3 bajty
        mul     AB
        mov     R3, A
        inc     A               ;poprawka na adres
        inc     A
        movc    A, @A+DPTR      ;pobranie pierwszego bajtu liczby

        add     A, wyn1         ;dodanie go do wyniku
        da      A               ;z korekcją dziesiętną
        mov     wyn1, A
        jnc     poC
        mov     A, wyn2         ;dodanie staszego bajtu
                                ;do wyniku
        add     A, #1
        da      A               ;z korekcją dziesiętną
        mov     wyn2, A
        jnc     poC
        mov     A, wyn3         ;to samo z nastarszym bajtem
                                ;wyniku
        add     A, #1
        mov     wyn3, A

poC:    mov     A, R3
        inc     A               ;poprawka na adres
        movc    A, @A+DPTR
        jz      fini

        add     A, wyn2
        da      A
        mov     wyn2, A
        jnc     poC2
        mov     A, wyn3
        add     A, #1
        mov     wyn3, A

poC2:   mov     A,R3
        movc    A, @A+DPTR
        jz      fini
        add     A, wyn3
        mov     wyn3, A

fini:   mov     A, R0
        rl      A
        mov     R0, A
        djnz    R1, again
        ret
```

Na koniec nalezy jeszcze odpowiednio zdefiniować tabelę potęg dwójki, oto ona.

```
tabl    db      03h,27h,68h             ; 2 do 15
        db      01h,63h,84h             ; 2 do 14
        db      00h,81h,92h             ; 2 do 13
        db      00h,40h,96h             ; 2 do 12
        db      00h,20h,48h             ; 2 do 11
        db      00h,10h,24h             ; 2 do 10
        db      00h,05h,12h             ; 2 do 9
        db      00h,02h,56h             ; 2 do 8
        db      00h,01h,28h             ; 2 do 7
        db      00h,00h,64h             ; 2 do 6
        db      00h,00h,32h             ; 2 do 5
        db      00h,00h,16h             ; 2 do 4
        db      00h,00h,08h             ; 2 do 3
        db      00h,00h,04h             ; 2 do 2
        db      00h,00h,02h             ; 2 do 1
        db      00h,00h,01h             ; 2 do 0
```

I gotowe, teraż można bez obawy zamieniać liczby, np. tak:

```
MOV             hiData, DPH     ;pobierz liczbę
                                ;z DPTR
MOV             loData, DPL
LCALL   DEC16           ;wywołaj podprogram
MOV             A, wyn3 ; a nastepnie wypisz
                        ;wynik na displeju
MOV             B, #3
LCALL   A2HEX           ;najstarszy bajt
MOV             A, wyn2
MOV             B, #5
LCALL   A2HEX           ;starszy bajt
MOV             A, wyn1
MOV             B, #7
LCALL   A2HEX           ;i wreszcie młodszy bajt wyniku
```

W przykładzie zawartość rejestrów DPTR została zamieniana do postaci dziesiętnej a następnie wypisana na wyświetlaczu na pozycjach DL3...DL8.

Zadanie 2

I na deser małe zadanko, proszę samodzielnie spróbować napisać następujące procedury:

a) dodawania dwóch liczb 16-bitowych
b odejmowania dwóch liczb 16-bitowych
c) mnożenia liczby 16-bitowej przez 8-bitową (wynik będzie 24 bitowy)
d) dekrementacji z korekcją akumulatora

Za miesiąc rozwiązanie zadania, tymczasem życzę wesołej zabawy.

Sławomir Surowiński

Alfanumeryczne wyświetlacze LCD

część IV

Po miesięcznej przerwie kończymy opis alfanumerycznych wyświetlaczy LCD. Dzięki tej przerwie miałem okazję zapoznać się z wieloma listami w których pytacie, drodzy Czytelnicy, o praktyczne sposoby sterowania tymi jakże ciekawymi elementami. W niniejszej ostatniej części postaram się w kilku prostych przykładach to wyjaśnić. Podam też istotne wskazówki dotyczące miejsc zakupu oraz przybliżone ceny wyświetlaczy w zależności od typu i producenta. Dzięki tej garści informacji każdy z Was będzie mógł zastosować te interesujące podzespoły elektroniczne w swoich projektach.

W poprzednich trzech częściach artykułu zapoznaliśmy się praktycznie ze wszystkimi możliwościami jakie oferują nam inteligentne moduły LCD. Wiemy już że większość z takich wyświetlaczy posiada standardową listę instrukcji , a to dzięki temu, że korzystają one z takiego samego sterownika (mikroprocesora) umieszczonego na płytce modułu. Najczęściej jest to układ firmy Hitachi oznaczony symbolem. HD44780. W nazwie mogą na końcu lub początku występować dodatkowe litery, jednak jeżeli kupując moduł z niepewnego źródła zobaczycie na jego tylnej części wlutowany układ z takim właśnie symbolem, to prawie pewne że wyświetlacz będzie można wysterować tak jak typowe układy tej rodziny, korzystając z instrukcji podanych w tym artykule (cz. I i II).

Na początek podam kilka praktycznych sposobów na ujarzmienie modułów LCD.

Przykłady zastosowania

Najprostszy, choć mało elegancki sposób sterowania wyświetlaczem pokazano na **rysunku 11**.

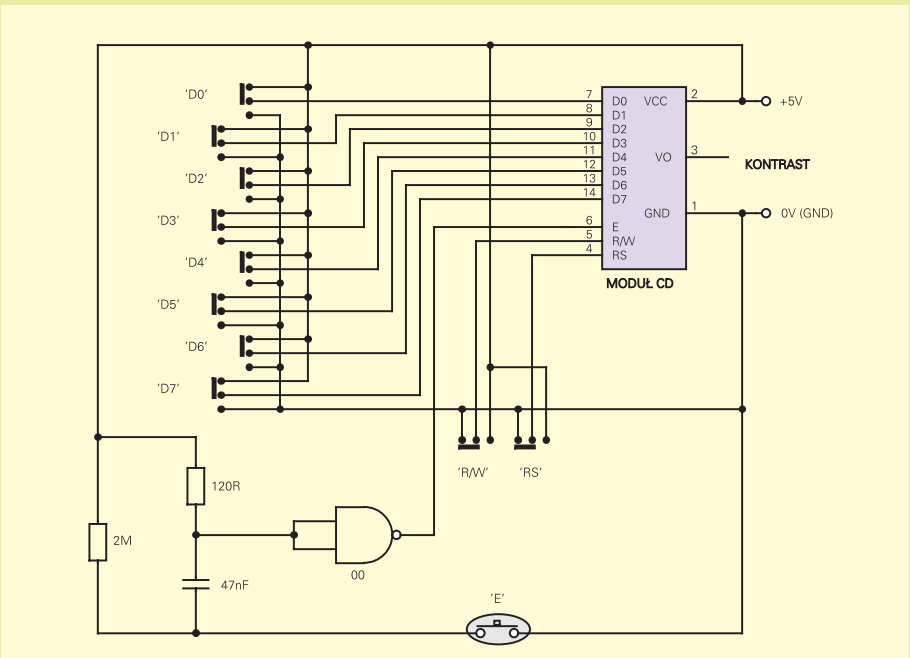
Jak widać z rysunku, do linii danych D0...D7 dołączono przełączniki dwupozycyjne, tak aby można było wymusić na nich stan wysoki lub niski – będzie to nam potrzebne do przesyłania danych lub instrukcji do sterownika wyświetlacza. Linia R/W została zwarta do masy dla uproszczenia sterowania bowiem będziemy jedynie zapisywać dane i instrukcje do wyświetlacza. W tym przypadku ręcznego sterowania modułem nie jest oczywiście konieczne sprawdzanie stanu zajętości wyświetlacza (poprzez odczyt „busy flag") bo czas pomiędzy kolejnymi zapisami do modułu jest z reguły wystarczająco długi.

Linia RS także dołączona jest do przełącznika 2-pozycyjnego, bowiem zgodnie z tabelą 2 linia ta informuje wewnętrzny sterownik modułu, czy zapisujemy daną do wyświetlenia, czy instrukcję. I wreszcie najważniejszą linię E („enable") dołączono poprzez prosty układ eliminujący stany nie ustalone, do przełącznika chwilowego, dzięki któremu możliwe jest po ustawieniu linii D0...D7 oraz RS, uaktywnienie modułu i wymuszenie odczytania informacji z linii sterujących. W tym przypadku włącznik powinien być chwilowy. Stała czasowa układu eliminacji drgań zestyków została dobrana w przybliżeniu, tak aby zapewnić wystarczająco długi czas generacji impulsu E przy jednoczesnej eliminacji dodatkowych zakłóceń mechanicznych styku włącznika. W praktyce w roli przełączników 2 -poz. autor użył typowych komputerowych jumperów a do linii E dołączony został tzw. mikroswicz.

Jeżeli ktoś z was pokusi się o wykonanie takiego prostego układu testującego, powinien opcjonalnie, w zależności od potrzeby zasilić wyświetlacz napięciem ujemnym lub nie, korzystając chociażby z układu konwertera, którego rysunek znalazł się w poprzednich częściach artykułu (rysunek 3 – układ z ICL7660). Nie należy zapomnieć także o rezystorze montażowym do regulacji kontrastu. Po wykonaniu proponowanego „ręcznego" układu sterowania proponuję wykonać przedstawiony poniżej ciąg instrukcji. Wykonując kolejne polecenia należy najpierw ustawić przełącznikami D0...D7, RS odpowiednie stany zgodnie z tabelą, a następnie na krótką chwilę nacisnąć przycisk E. W ten sposób już po dwóch poleceniach wyświetlacz powinien ożyć.

Jeżeli po wykonaniu drugiego kroku kursor nie będzie nadal widoczny, radzę sprawdzić:

– jakość połączeń
– wyregulować kontrast wyświetlacza



Rys. 11. Sterowanie modułem LCD za pomocą przełączników mechanicznych

Tabela 1

krok	RS	D7 ... D0	wyświetlacz	co robimy...
1.	0	0 0 1 1 0 0 0 0		instrukcja wstępna
2.	0	0 0 0 0 1 1 1 0	_	włączenie wyświetlacza i zapalenie kursora
3.	0	0 0 0 0 0 1 1 0	_	ustaw tryb inkrementacji adresu
4.	1	0 1 0 0 0 1 0 0	D_	wpisanie znaku „D"
5.	1	0 1 0 0 1 0 0 1	D I _	wpisanie znaku „I"
6.	1	0 1 0 1 0 0 1 1	D I S_	wpisanie znaku „S"
7.	1	0 1 0 1 0 0 0 0	D I S P_	wpisanie znaku „P"
8.	1	0 1 0 0 1 1 0 0	D I S P L_	wpisanie znaku „L"
9.	1	0 1 0 0 0 1 0 1	D I S P L E_	wpisanie znaku „E"
10.	1	0 1 0 0 1 0 1 0	D I S P L E J_	wpisanie znaku „J"
11.	0	0 0 0 0 0 0 1 0	D I S P L E J	powrót kursora na pozycję początkową

Dla przykładu podam sekwencję instrukcji w języku Turbo Pascal, która powoduje zapisanie jednego znaku do modułu wyświetlacza.

W miejsce „kod_znaku", należy oczywiście wpisać żądaną literę, np. chcąc wyświetlić literę „A" należy linię (3) zapisać w postaci:

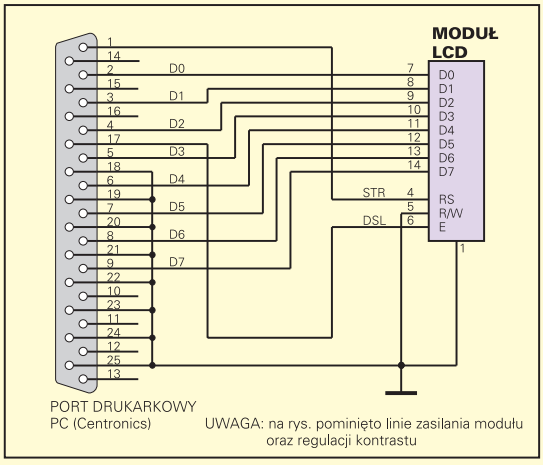
port[LPT+$00]:=ord('A) { zapis znaku na linie D0...D7}

Wszyscy elektronicy-użytkownicy komputerów z łatwością napiszą resztę programu, tak aby sterować dowolnie wyświetlaczem.

– w przypadku modułów zasilanych podwójnym napięciem (+/-5V) sprawdzić poziom ujemnego.

Wskazówka 1: jeżeli po włączeniu zasilania wszystkie punkty pola odczytowego są zapalone, oznacza to, że ustawiony prkiem kontrast jest za duży. Jeżeli przy pomocy pr-ka pokazanego na rysunku 3 nie daje się ich wygasić do takiego poziomu aby były lekko widoczne, oznacza to że wyświetlacz nie wymaga zasilania napięciem ujemnym (jeżeli takie oczywiście dołączyliście). Skręcanie potencjometrem w kierunku masy powinno stopniowo wygaszać wszystkie matryce znaków, kręcenie w przeciwną stronę – rozświecać.

A teraz prosty sposób na sterowanie modułem dla wszystkich tych którzy mają w domu komputery i to niekoniecznie PC-ty. Na **rysunku 12** pokazano sposób dołączenia modułu wyświetlacza wprost do portu równoległego komputera PC (lub każdego innego wyposażonego w port Centronics).



Rys. 12. Dołączenie układu do portu drukarkowego komputera

Jak widać z rysunku linie danych D0...D7 modułu dołączono do szyny danych portu równoległego. Linię sterującą: RS do końcówki „Strobe" portu, zaś RW zwarto do masy, bowiem dla uproszczenia będziemy do modułu tylko zapisywać dane. Sygnał odblokowania E modułu połączono z linią „Device Select". Teraz aby wysterować odpowiednio moduł trzeba określić adresy rejestrów danych i sterujących portu równoległego komputera. Dla maszyn typu PC adres bazowy rejestrów znajduje się pod adresami:

378h dla LPT1,
278h dla LPT2,
3BCh dla LPT3,
2BCh dla LPT4.

Rejestr bazowy łącza jest jednocześnie rejestrem danych, czyli zapis do niego bajtu powoduje odpowiednie ustawienie linii D0...D7 portu.

Rejestr sterujący poziomem napięcia na końcówce „Strobe" ma przesunięcie +1 względem adresu bazowego – bit nr 7 (najstarszy). Należy pamiętać że poziom napięcia na tej końcówce jest w rzeczywistości zanegowany, dlatego też aby ustawić poziom niski na pinie Strobe, należy ustawić bit 7 w rejestrze +1.

Pod adresem równym (rejestr bazowy + 2) znajduje się rejestr, którego bit nr 3 (także zanegowany) steruje poziomem napięcia na końcówce 17 portu drukarkowego, czyli w naszym przypadku sygnałem E modułu.

Aby prawidłowo wysterować moduł należy do podanych portów w odpowiedniej, znanej już kolejności, wpisać dane.

Tabela 2

```
port[LPT+$02]:=$08;          { ustawienie sygnału E=0 }
port[LPT+$02]:=$09;          { ustawienie RS=1, R/W=0 }
port[LPT+$00]:=kod_znaku;    { zapis znaku na linie D0...D7}
port[LPT+$02]:=$01;          { E=1 }
port[LPT+$02]:=$08;          { E=0 koniec zapisu znaku }
delay(1);                          { poczekaj na wykonanie instrukcji }
```

Sterowanie modułem za pomocą komputera i to w dodatku z wykorzystaniem portu drukarkowego wydać się może bezcelowe, no bo w końcu mamy do dyspozycji ekran monitora, jednak przy rozpoczynaniu zabawy z inteligentnymi modułami LCD, korzystanie z dobrodziejstw komputera zaoszczędza nam zmartwień związanych z montażem 9-ciu przełączników (jak z przykładu 1).

Aby w pełni wykorzystać zalety modułów tekstowych LCD najlepiej jest wysterować układ za pomocą prostego sterownika opartego na pamięci EPROM lub bardziej wyrafinowanego z mikroprocesorem. Na łamach EdW ukazała się konstrukcja modułu wykorzystująca te pierwsze rozwiązanie. Mankamentem takiego rozwiązania jest ograniczona liczba komunikatów i mała swoboda sterowania modułem. Wszystkie zalety wyświetlaczy ujawniają się przy podłączeniu modułu do układu mikroprocesorowego.

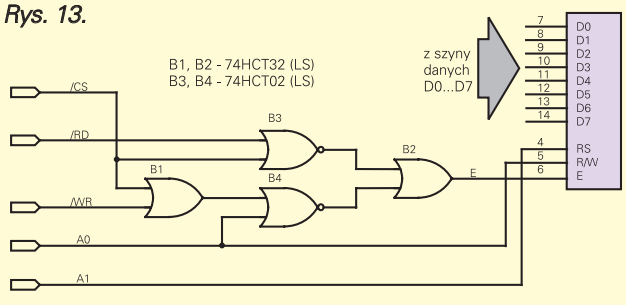
Na **rysunku 13** pokazano najprostszy sposób dołączenia modułu do dowolnego systemu mikroprocesorowego zawierającego typowe sygnały:

/RD : odczytu z zewnętrznej przestrzeni adresowej

/WR: zapisu z zewnętrznej przestrzeni adresowej

A0, A1: najmłodsze linie adresowe

Rys. 13.



D0...D7 : szyna danych systemu mikroprocesorowego
/CS : sygnał z dekodera adresowego systemu

Bez żadnych przeróbek układ ten nadaje się do zastosowania w system z mikrokontrolerem z serii MCS-51 np. 8051. Opis takiego układu znalazł się na łamach EdW w zeszłym roku, jako kit AVT-2250. Wspomniany system zawiera wszystkie niezbędne sygnały do dołączenia układu z rysunku 13. Zapraszam więc do lektury poprzednich numerów *Elektroniki dla Wszystkich*.

Zastosowane w przykładzie z rysunku 13 bramki są niezbędne do wygenerowania odpowiednich opóźnień względem pomiędzy sygnałami RW, RS i E modułu. W układzie takim przy zastosowaniu bramek serii LS lub HCT maksymalna częstotliwość pracy systemu mikroprocesorowego, gwarantująca prawidłową obsługę wyświetlacza to ponad 12 MHz. Dla ułatwienia podaję adresy a właściwie przesunięcia względem adresu sygnału /CS dla poszczególnych operacji zapisu i odczytu modułu:

offset	funkcja
+0	zapis instrukcji (RW=0, RS=0)
+1	odczyt „busy flag" i adresu (RW=1, RS=0)
+2	zapis danej (RW=0, RS=1)
+3	odczyt danej spod bieżącego adresu (RW=1, RS=1)

Tak więc jeżeli sygnał /CS przyjmuje stan aktywny (niski) przy adresowaniu obszaru o adresach np. 8000h...8FFFh, to kolejne funkcje można wywołać adresując następujące komórki w zewnętrznej przestrzeni: 8000h, 8001h, 8002h, 8003h.

Wszystkich zainteresowanych przykładami programowania mikroprocesorów do celów obsługi wyświetlaczy tekstowych LCD, informuję że w prowadzonym w EdW cyklu „Mikroprocesory – to takie proste", zajmiemy się tym tematem – zachęcam więc wszystkich do lektury. W jednym z kolejnych odcinków wspomnianego cyklu przedstawię sposób dołączenia modułu do systemu AVT-2250 oraz zamieszczę listing podprogramów realizujących podstawowe funkcje związane ze sterowaniem wyświetlacza.

Tabela 3

Numer końcówki	Symbol	Poziom	Znaczenie
1	GND	-	masa zasilania
2	Vcc	-	zasilanie +5V
3	Vo		kontrast wyświetlacza (czasem -5V)
4	RS	H/L	„data/instruction select" – – rodzaj informacji na wejściu D0...D7 „H" gdy instrukcja „L" gdy dana (znak do wyświetlenia)
	5	R/W	H/L „read/write" - – sygnał odczytu lub zapisu do modułu „H" gdy odczyt „L" gdy zapis
	6	E (EN)	L->H->L „enable signal" – uaktywnienie wyświetlacza
7	D0	H/L	
8	D1	H/L	
9	D2	H/L	
10	D3	H/L	linie danych D0...D7
11	D4	H/L	
12	D5	H/L	
13	D6	H/L	
14	D7	H/L	

Praktyczne wskazówki

I na koniec garść informacji dotyczących ewentualnych zakupów tekstowych wyświetlaczy LCD.

a) najwięcej informacji o obudowach i wyprowadzeniach można znaleźć w katalogu Hitachi – „Liquid Crystal Character Display Modules". Jeżeli nie masz dostępu do tego katalogu, nie przejmuj się, w niniejszym artykule (i poprzednich częściach) przedstawiono wszystko co jest potrzebne do rozpoczęcia pracy.

b) w **tabeli 3** znajduje się numeracja i znaczenie końcówek większości typów wyświetlaczy LCD.
Jeżeli masz wątpliwości, co do swego egzemplarza modułu powinieneś poprosić sprzedawcę o opis końcówek, jeżeli go nie ma to lepiej jest zrezygnować z zakupu.

c) elementy podświetlające (diody LED) zasilane są z reguły napięciem +5V, lecz aby przedłużyć ich trwałość producenci często zalecają modulować te napięcie z częstotliwością kilkuset Hz (zwykle 300...400Hz) . Podświetlony stałym napięciem 5V wyświetlacz pobiera znaczne ilości prądu (>300mA), co przy poborze prądu przez moduł rzędu 1..2mA jest wartością olbrzymią.

d) przy zakupie pamiętaj o dokładnym obejrzeniu modułu z każdej strony, sprawdzeniu czy nie posiada uszkodzeń mechanicznych, oraz czy zawiera „na pokładzie" znany ci sterownik HD44780.

e) w handlu bywa wiele rodzajów wyświetlaczy, ale prawie wszystkie posiadają oznaczenie pierwszej końcówki złącza, doprowadzającego sygnały sterujący oraz danych. Kierując się tabelą powyżej, łatwo jest zlokalizować końcówki RS, RW, E D0...D7, zasilanie, kontrast i masę. W zależności od typu złącza są jedno lub dwurzędowe. W przypadku 2-rzędowych numeracja jest standardowa, jak dla złączy typu ZFC.

Bywają jednak wyjątki. Autor w swojej praktyce spotkał model wyświetlacza LCD, zresztą bardzo taniego, który od kilku lat pojawia się w różnych sklepach elektronicznych. Na zdjęciu w artykule wyróżnia się on dość dziwnie powycinaną płytką bazową , na której nieznany producent umieścił pole odczytowe 1 linia z 24 znakami. Sam moduł jest bardzo dobry, nie potrzebuje ujemnego zasilania, a dodatkowo dzięki umieszczonemu fabrycznie na płytce potencjometrowi regulacji kontrastu, nie ma potrzeby dołączania końcówki 3 modułu do układów zewnętrznych. Moduł posiada złącze 2-rzędowe w sumie z 16 pinami. Ich znaczenie odbiega niestety od przyjętego standardu, dlatego poniżej zamieszczam opis końcówek. Numeracja złącza jest taka sama jak poprzednio.

pin	sygnał
1	Vcc (+5V)
14	GND (0V)
2	E (Enable)
3	RS
9	R/W
10,7,11,6,12,5,13,4	w kolejności: D0...D7
8,15,16	nie dołączone

f) ceny modułów spotykane w handlu wahają się w granicach od kilku złotych dla nie standardowego modelu wspomnianego ostatnio przez autora, do kilkudziesięciu dla markowych typów (Hitachi, Nec) z 2 linami po 40 znaków. Poniżej podaję kilka najbardziej popularnych oznaczeń z ilością linii oraz znaków w linii, ułatwi to z pewnością orientację przy okazji zakupu. Najlepsze miejsca do zakupu modułów, to sklepy ze układani mikroelektronicznymi oraz oczywiście giełdy np. warszawska Wolumen przy ul. Kasprowicza. Także wiele firm wysyłkowych oferuje różne typy modułów, lecz w przypadku zamawiania zawsze należy poprosić kartę katalogowa zamawianego podzespołu oraz upewnić się , czy moduł jest oparty o standard HD44780.

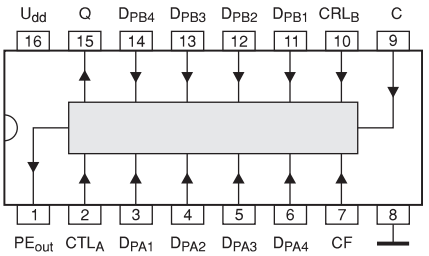
typ	linie x znaki	uwagi
LM016	2 x 16	
LM015	1 x 16	
LM092	2 x 40	z podświetleniem LED
LM018	2 x 40	
LM041	4 x 16	
LM044	4 x20	
LM060	2 x 24	
LM017	2 x 32	

Na koniec życzę sukcesów w ujarzmianiu inteligentnych wyświetlaczy LCD oraz wiele satysfakcji z używania ich w swoich układach.

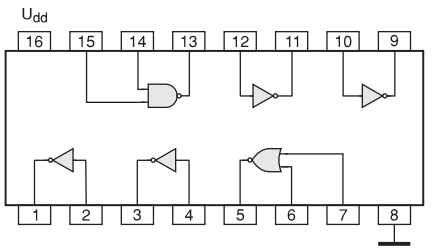
Sławomir Surowiński

Katalog skrócony układów logicznych CMOS serii 4000

4569 Podwójny programowalny 4-bitowy licznik dwójkowy/BCD



4572 Kombinacja bramek (NAND, NOR, 4×NOT)

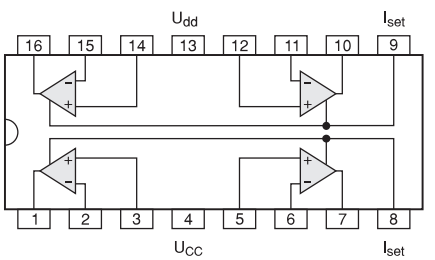


4573 Poczwórny programowalny wzmacniacz operacyjny

Parametry dla I_{set}=20µA, R_L=10MΩ, C_L=15pF, T_A=25°C

V_{dd}	3 do 15V
I_{set}(5V<V_{dd}<15V)	2 do 750µA
V_{ICR}(5V)	maks. 3,5V
V_{ICR}(10V)	maks. 8,5V
V_{OR}(5V,R_L=1MΩ)	0,05 do 4,95V
V_{OR}(10V,R_L=1MΩ)	0,05 do 9,95V
V_{IO}(5V,10V)	maks. ±30mV
$\Delta V_{IO}/\Delta T$	typ. 15µV/°C
C_{in}	maks. 10pF
I_{IB}	maks. 50pA
I_{IO}	maks. 100pA
A_{VOL}(5V)	typ. 10V/mV
A_{VOL}(10V)	typ. 12V/mV
PSRR(5V,10V)	min. 54dB
CMRR(5V)	min. 50dB
CMRR(10V)	min. 54dB
SR	min. 0,6V/µs
GBW	typ. 1MHz
I_{DD}(5V) *)	maks. 340µA

*) na jedną parę

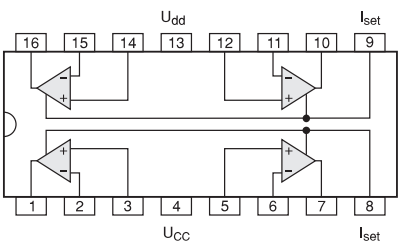


4574 Poczwórny programowalny komparator

Parametry dla I_{set}=20µA, R_L=10MΩ, C_L=50pF, T_A=25°C

V_{dd}	3 do 15V
I_{set}(5V<V_{dd}<15V)	2 do 750µA
V_{ICR}(5V)	maks. 3,5V
V_{ICR}(10V)	maks. 8,5V
V_{OL}(5V,10V)	maks. 0,05V
V_{OH}(5V)	min. 4,95V
V_{OH}(10V)	min. 9,95V
V_{IO}(5V,10V)	maks. ±30mV
$\Delta V_{IO}/\Delta T$	typ. 15µV/°C
C_{in}	maks. 10pF
I_{IB}	maks. 50pA
I_{IO}	maks. 100pA
A_{VOL}(5V)	typ. 10V/mV
A_{VOL}(10V)	typ. 6V/mV
PSRR(5V,10V)	min. 54dB
CMRR(5V)	min. 50dB
CMRR(10V)	min. 54dB
t_{TLH}/t_{THL}(5V)	maks. 180ns
t_{TLH}/t_{THL}(10V)	maks. 200ns
t_d(5V)	maks. 20µs
t_d(10V)	maks. 24µs
I_{DD}(5V) *)	maks. 250µA

*) na jedną parę

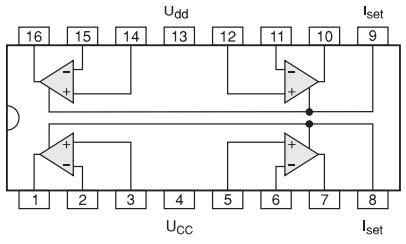


4575 Poczwórny programowalny wzmacniacz operacyjny

Parametry dla I_{set}=20µA, R_L=10MΩ, C_L=15pF, T_A=25°C

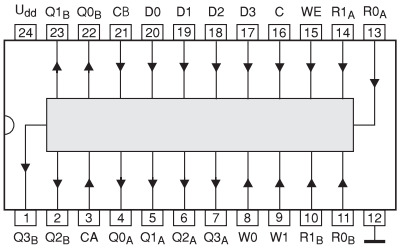
V_{dd}	3 do 15V
I_{set}(5V<V_{dd}<15V)	2 do 750µA
V_{ICR}(5V)	maks. 3,5V
V_{ICR}(10V)	maks. 8,5V
V_{OR}(5V,R_L=1MΩ)	0,05 do 4,95V
V_{OR}(10V,R_L=1MΩ)	0,05 do 9,95V
V_{IO}(5V,10V)	maks. ±30mV
$\Delta V_{IO}/\Delta T$	typ. 15µV/°C
C_{in}	maks. 10pF
I_{IB}	maks. 50pA
I_{IO}	maks. 100pA
A_{VOL}(5V)	typ. 10V/mV
A_{VOL}(10V)	typ. 12V/mV
PSRR(5V,10V)	min. 54dB
CMRR(5V)	min. 50dB
CMRR(10V)	min. 54dB
SR	min. 0,6V/µs
GBW	typ. 1MHz
I_{DD}(5V) *)	maks. 340µA

*) na jedną parę



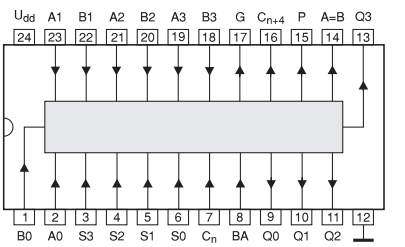
4580 4×4-bitowy rejestr wielobramowy

D0...D3 – wejścia danych
$Q0_A$...$Q3_A$,$Q0_B$...$Q3_B$ – wyjścia
WE – zezwolenie zapisu
C – zegar
W0,W1 – kodowanie zapisu
R0,R1 – kodowanie odczytu
CA,CB – sterowanie 3-stanowe

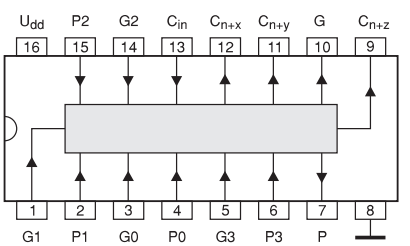


4581 4-bitowa jednostka arytmetyczno-logiczna

S3	S2	S1	S0	BA = H, funkcja logiczna	BA = L, funkcja arytmetyczna	
					Cn = H	Cn = L
L	L	L	L	$\overline{A}$	A	A plus 1
L	L	L	H	$\overline{A+B}$	A + B	(A + B) plus 1
L	L	H	L	$\overline{A}\cdot B$	A + $\overline{B}$	(A + $\overline{B}$) plus 1
L	L	H	H	L	minus 1	zero
L	H	L	L	$\overline{A\cdot B}$	A plus (A · $\overline{B}$)	A plus (A · $\overline{B}$) plus 1
L	H	L	H	$\overline{B}$	(A + B) plus (A · $\overline{B}$)	(A + B) plus (A · $\overline{B}$) plus 1
L	H	H	L	A ⊕ B	A minus B minus 1	A minus B
L	H	H	H	A · $\overline{B}$	(A · $\overline{B}$) minus 1	A · $\overline{B}$
H	L	L	L	$\overline{A}$ + B	A plus (A · B)	A plus (A · B) plus 1
H	L	L	H	$\overline{A\oplus B}$	A plus B	A plus B plus 1
H	L	H	L	B	(A + $\overline{B}$) plus (A · B)	(A + $\overline{B}$) plus (A · B) plus 1
H	L	H	H	A · B	(A · B) minus 1	A · B
H	H	L	L	H	A plus A	A plus A plus 1
H	H	L	H	A + $\overline{B}$	(A + B) plus A	(A + B) plus A plus 1
H	H	H	L	A + B	(A + $\overline{B}$) plus A	(A + $\overline{B}$) plus A plus 1
H	H	H	H	A	A minus 1	A

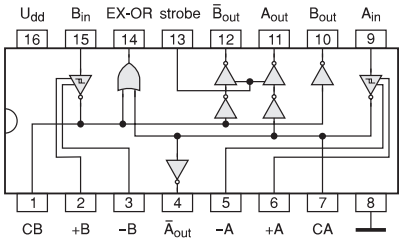


4582 Generator przeniesienia



4583 Podwójny przerzutnik Schmitta

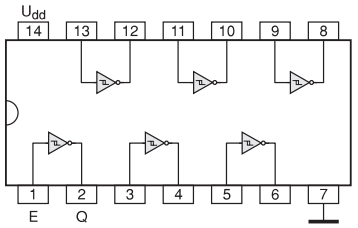
A	B	DIS	$\overline{A}_{OUT}$	A_{OUT}	B_{OUT}	$\overline{B}_{OUT}$	EX-OR
L	L	L	L	Z	L	Z	L
L	L	H	L	H	L	H	L
L	H	L	L	Z	H	Z	H
L	H	H	L	H	H	L	H
H	L	L	H	Z	L	Z	H
H	L	H	H	L	L	H	H
H	H	L	H	Z	H	Z	L
H	H	H	H	L	H	L	L



4584 Sześciokrotny przerzutnik Schmitta

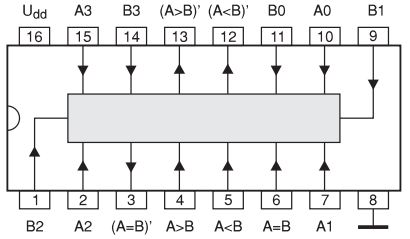
- Czas propagacji: 200ns przy 5V, 90ns przy 10V
- Łączny pobór prądu: 0,3mA przy 5V, 0,6mA przy 10V
- Częstotliwość danych: 1MHz

E	Q
L	H
H	L



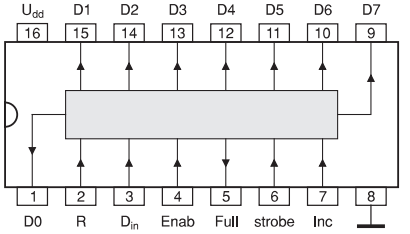
4585 4-bitowy komparator magnitudy

A3,B3	A2,B2	A1,B1	A0,B0	A<B	A=B	A>B	(A<B)'	(A=B)'	(A>B)'
A3>B3	X	X	X	X	X	X	L	L	H
A3=B3	A2>B2	X	X	X	X	X	L	L	H
A3=B3	A2=B2	A1>B1	X	X	X	X	L	L	H
A3=B3	A2=B2	A1=B1	A0>B0	X	X	X	L	L	H
A3<B3	X	X	X	X	X	X	H	L	L
A3=B3	A2<B2	X	X	X	X	X	H	L	L
A3=B3	A2=B2	A1<B1	X	X	X	X	H	L	L
A3=B3	A2=B2	A1=B1	A0<BO	X	X	X	H	L	L
A3=B3	A2=B2	A1=B1	A0=B0	L	L	H	L	L	H
A3=B3	A2=B2	A1=B1	A0=B0	L	H	L	L	H	L
A3=B3	A2=B2	A1=B1	A0=B0	H	L	L	H	L	L



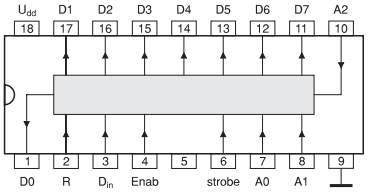
4597 8-bitowy licznik/zatrzask zgodny z magistralą

Inc	Enab	R	strobe	Full	Funkcja
X	H	L	X	H	reset
⌝⌜	X	H	L	H	next addres
⌝⌜	X	H	⌝⌜	L	full
X	X	H	H	?	latch data
X	H	H	X	?	D0...D7 = Z
X	L	H	X	?	latch → D0...D7



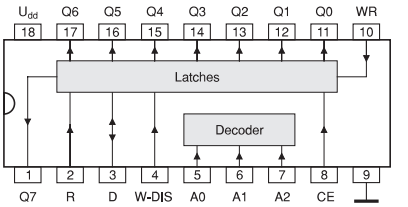
4598 8-bitowy adresowalny zatrzask zgodny z magistralą

R	Enab	strobe	A2	A1	A0	Funkcja
L	X	X	X	X	X	reset
H	H	X	X	X	X	D0...D7 = Z
H	L	X	X	X	X	latch → D0...D7
H	X	H	L	L	L	D_{in} → latch 0
H	X	H	L	L	H	D_{in} → latch 1
.	.	.	.	.	.	.
H	X	H	H	H	H	D_{in} → latch 7



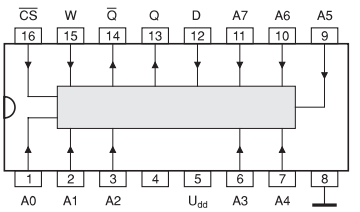
4599 8-bitowy adresowalny zatrzask

WR	R	Zaadresowane Q	Niezaadresowane Q
L	L	= DATA	hold
L	H	= DATA	L
H	L	hold	hold
H	H	L	L



4720 256×1 bit pamięć RAM

$\overline{CS}$	W	Pamięć	Q	$\overline{Q}$
H	X	inhibit	Z	Z
L	L	read D	memory	$\overline{\text{memory}}$
L	H	write	memory	$\overline{\text{memory}}$

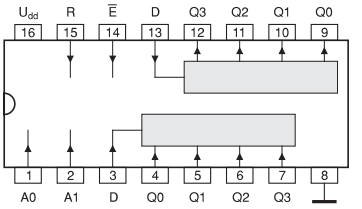


4723 Podwójny adresowalny zatrzask 4-bitowy

A2	A1	Zaadresowane Q *)
L	L	Q0
L	H	Q1
H	L	Q2
H	H	Q3

*) Wszystkie inne Qs są niezaadresowane

E	R	Zaadresowane Q	Niezaadresowane Q	Funkcja
L	L	= D	hold	adresowalny zatrzask
H	L	hold	hold	pamięć
L	H	= D	L	demultiplekser
H	H	L	L	reset

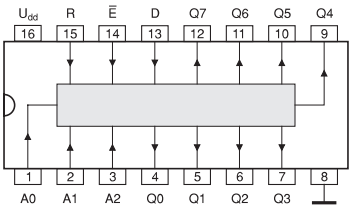


4724 8-bitowy adresowalny zatrzask

A2	A1	A0	Zaadresowane Q *)
L	L	L	Q0
L	L	H	Q1
.	.	.	.
H	H	H	Q7

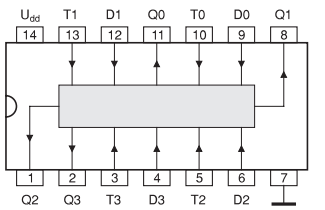
*) Wszystkie inne Qs są niezaadresowane

E	R	Zaadresowane Q	Niezaadresowane Q	Funkcja
L	L	= D	hold	adresowalny zatrzask
H	L	hold	hold	pamięć
L	H	= D	L	demultiplekser
H	H	L	L	reset



4731 Poczwórny 64-bitowy statyczny rejestr przesuwający

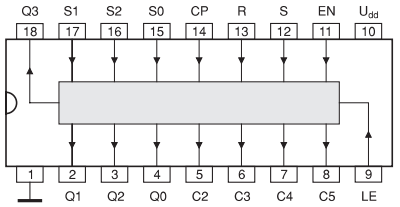
Dn	T	Qn
L	64x⌝⌜	L
H	64x⌝⌜	H



4737 Licznik 4 1/2 dekady

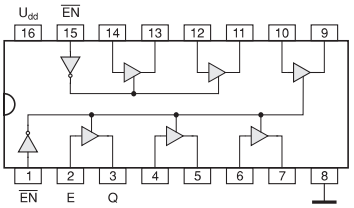
R	S	LE	EN	CP	S2	S1	S0	Funkcja
H	X	X	X	X	X	X	X	reset
L	H	X	X	X	X	X	X	preset 19999
L	L	H	X	X	X	X	X	latch D1...D5 → L1...L5
L	L	X	L	X	X	X	X	Q0...Q3 = Z
L	L	X	X	⌟⌞	X	X	X	count
L	L	X	H	X	L	L	L	L1 → Q0...Q3
L	L	X	H	X	L	L	H	L2 → Q0...Q3
L	L	X	H	X	L	H	L	L3 → Q0...Q3
L	L	X	H	X	L	H	H	L4 → Q0...Q3
L	L	X	H	X	H	X	X	L5 → Q0,Q1 Q2=Q3=L

S0...S2 – wybór wyjścia
D1...D5 – stopnie licznika
L1...L5 – wewnętrzne zatrzaski
CP – zegar
C2...C5 – wyjścia przeniesienia
EN – zezwolenie wyjścia
LE – zezwolenie zatrzaśnięcia



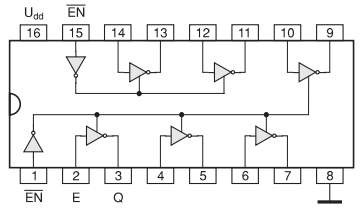
40097 Sześciokrotny bufor z wyjściami trójstanowymi

$\overline{EN}$	E	Q
H	X	Z
L	L	L
L	H	H



40098 Sześciokrotny inwerter z wyjściami trójstanowymi

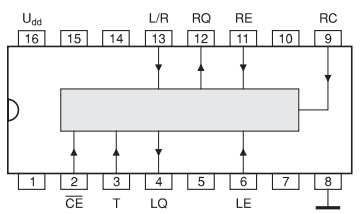
$\overline{EN}$	E	Q
H	X	Z
L	L	H
L	H	L



40100 32-bitowy rejestr przesuwający

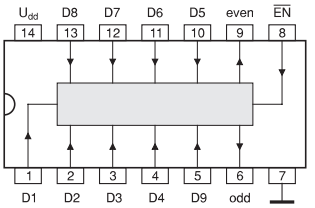
$\overline{CE}$	L/R	RC	T	Funkcja	Przepływ danych
H	X	X	X	–	–
L	L	L	⊓⊔	shift →	stopień 32 → stopień 1
L	L	H	⊓⊔	shift →	RE → stopień 1
L	H	L	⊓⊔	shift ←	stopień 1 → stopień 32
L	H	H	⊓⊔	shift ←	LE → stopień 32

$\overline{CE}$ – blokada zegara
LE – wejście przesuwania w lewo
LQ – wyjście przesuwania w lewo
RE – wejście przesuwania w prawo
RQ – wejście przesuwania w prawo
L/R – kierunek przesuwania
RC – recyrkulacja



40101 9-bitowy generator parzystości

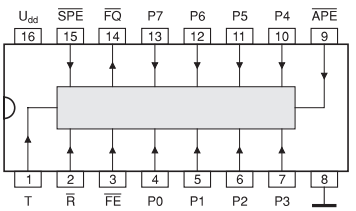
$\overline{EN}$	ΣD1...D9	odd	even
H	X	L	L
L	odd	H	L
L	even	L	H



40102 2-dekadowy programowalny licznik BCD w dół

$\overline{R}$	$\overline{APE}$	$\overline{SPE}$	$\overline{FE}$	T	Funkcja
L	X	X	X	X	ustawienie na 99
H	L	X	X	X	asynchroniczny
H	H	L	X	⊓	synchroniczny
H	H	H	H	X	–
H	H	H	L	⊓	count ↓

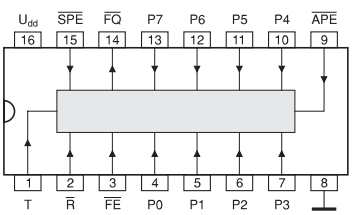
$\overline{FE}$ – wejście przeniesienia
$\overline{FQ}$ – wyjście przeniesienia



40103 8-bitowy programowalny licznik dwójkowy w dół

$\overline{R}$	$\overline{APE}$	$\overline{SPE}$	$\overline{FE}$	T	Funkcja
L	X	X	X	X	ustawienie na 255
H	L	X	X	X	asynchroniczny
H	H	L	X	⊓	synchroniczny
H	H	H	H	X	–
H	H	H	L	⊓	count ↓

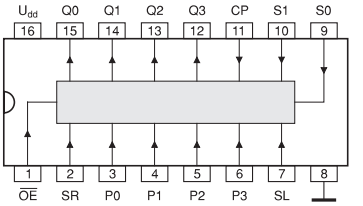
$\overline{FE}$ – wejście przeniesienia
$\overline{FQ}$ – wyjście przeniesienia



40104 4-bitowy dwukierunkowy rejestr przesuwający

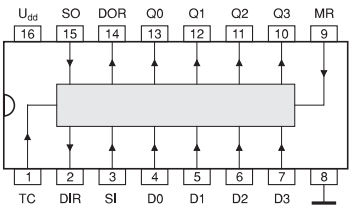
$\overline{OE}$	S1	S0	CP	Funkcja
L	X	X	X	Q = Z
H	L	L	X	–
H	H	L	⊓	shift ←
H	L	H	⊓	shift →
H	H	H	⊓	preset

S0,S1 – tryb pracy
P0...P3 – wejścia równoległe
SR – wejście przesuwania w prawo
$\overline{SL}$ – wejście przesuwania w lewo
$\overline{OE}$ – zezwolenie wyjścia
CP – zegar

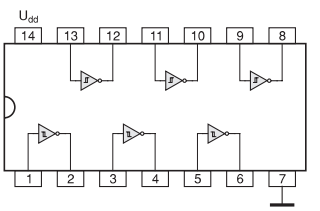


40105 16×4 bity FIFO

Końcówka	Znaczenie	Poziom	Funkcja
TC	sterowanie stanem Z	H	Q0...Q3 = Z
SI	pobranie	⊓	D0...D3 → FIFO
SO	wystawienie	⊔	FIFO → Q0...Q3
DIR	gotowość pobrania	L	FIFO = full
DOR	gotowość wystawienia	L	FIFO = empty
MR	główny reset	H	reset FIFO do L

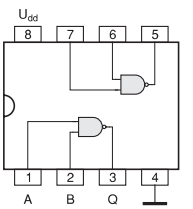


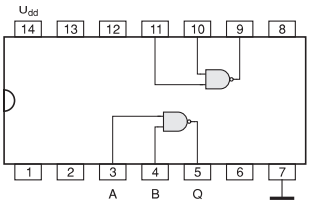
40106 Sześciokrotny odwracający przerzutnik Schmitta



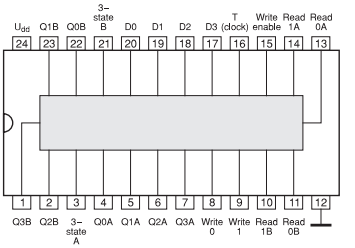
40107 Dwie 2-wejściowe bramki NAND/bufory/drivery

A	B	Q
L	L	Z
L	H	Z
H	L	Z
H	H	L





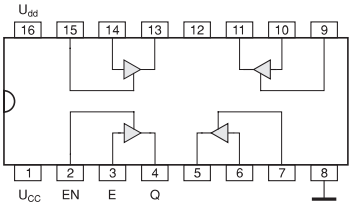
40108 4×4-bitowy rejestr wielobramowy



40109 Czterokrotny konwerter poziomu

EN	E	Q
L	X	Z
H	L	L
H	H	H

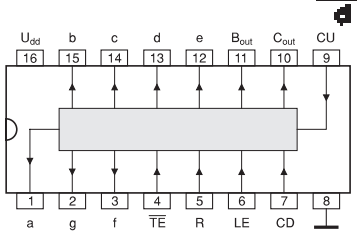
Dla wejść H = U_{CC}, dla wyjść H = U_{dd}



40110 Rewersyjny licznik dziesiętny/zatrzask/sterownik wyświetlacza LED

R	$\overline{TE}$	LE	CU	CD	Licznik	Wyświetlacz
H	X	L	X	X	reset	reset
H	X	H	X	X	reset	remains
L	H	X	X	X	–	remains
L	L	L	⎍	X	count ↑	= counter
L	L	H	⎍	X	count ↑	remains
L	L	L	X	⎍	count ↓	= counter
L	L	H	X	⎍	count ↓	remains

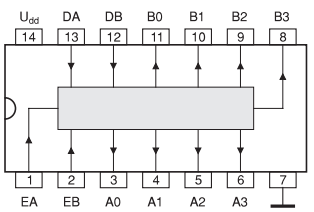
remains – odświeżanie
C_{out} – wyjście przeniesienia
B_{out} – wyjście pożyczki



40117 Podwójny 4-bitowy ogranicznik magistrali (ang. Terminator)

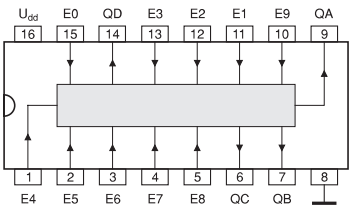
EB	DB	B0	B1	B2	B3
L	X	Z	Z	Z	Z
H	L	L	L	L	L
H	H	H	H	H	H

EA	DA	A0	A1	A2	A3
L	X	Z	Z	Z	Z
H	L	L	L	L	L
H	H	H	H	H	H



40147 Koder parzystości

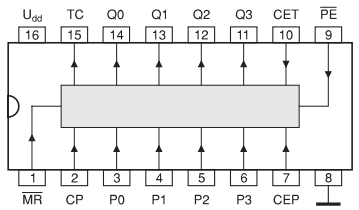
E0	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	QD	QC	QB	QA
H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	L	L	L
L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
X	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L
X	X	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H
X	X	X	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	L
X	X	X	X	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H
X	X	X	X	X	L	H	H	H	H	H	L	H	L
X	X	X	X	X	X	L	H	H	H	H	L	L	H
X	X	X	X	X	X	X	L	H	H	H	L	L	L
X	X	X	X	X	X	X	X	L	H	L	H	H	H
X	X	X	X	X	X	X	X	X	L	L	H	H	L



40160 Synchroniczny programowalny licznik dziesiętny

$\overline{MR}$	CEP	CET	$\overline{PE}$	CP	Funkcja
L	X	X	X	⎍	reset
H	X	X	L	⎍	preset
H	L	X	H	⎍	–
H	X	L	H	⎍	–
H	H	H	H	⎍	count

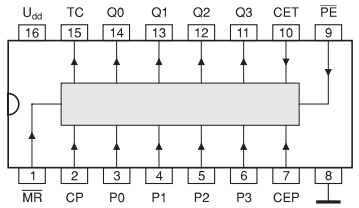
$\overline{MR}$ – główny reset
CEP – zezwolenie zliczania
CET – zezwolenie zliczania
CP – zegar
P0...P3 – wejścia równoległe
Q0...Q3 – wyjścia równolegle
TC – wyjście zliczania
$TC = CET \cdot Q0 \cdot \overline{Q1} \cdot \overline{Q2} \cdot Q3$



40161 Synchroniczny programowalny licznik dwójkowy

$\overline{MR}$	CEP	CET	$\overline{PE}$	CP	Funkcja
L	X	X	X	⎍	reset
H	X	X	L	⎍	preset
H	L	X	H	⎍	–
H	X	L	H	⎍	–
H	H	H	H	⎍	count

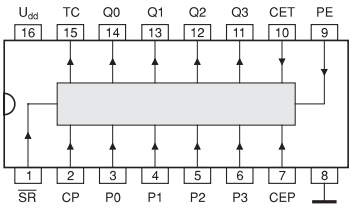
$\overline{MR}$ – główny reset
CEP – zezwolenie zliczania
CET – zezwolenie zliczania
CP – zegar
P0...P3 – wejścia równoległe
Q0...Q3 – wyjścia równolegle
TC – wyjście zliczania
$TC = CET \cdot Q0 \cdot Q1 \cdot Q2 \cdot Q3$



40162 Synchroniczny programowalny licznik dziesiętny

$\overline{SR}$	CEP	CET	$\overline{PE}$	CP	Funkcja
L	X	X	X	⎍	reset
H	X	X	L	⎍	preset
H	L	X	H	X	–
H	X	L	H	X	–
H	H	H	H	⎍	count

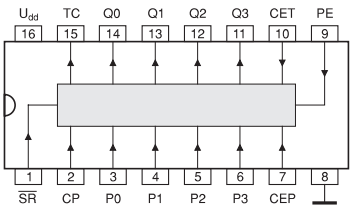
$\overline{SR}$ – reset synchroniczny
CEP – zezwolenie zliczania
CET – zezwolenie zliczania
CP – zegar
P0...P3 – wejścia równoległe
Q0...Q3 – wyjścia równolegle
TC – wyjście zliczania
$TC = CET \cdot Q0 \cdot \overline{Q1} \cdot \overline{Q2} \cdot Q3$



40163 Synchroniczny programowalny licznik dwójkowy

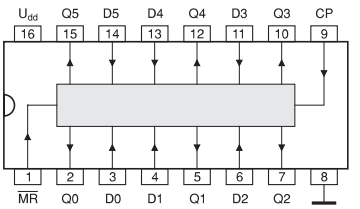
$\overline{SR}$	CEP	CET	$\overline{PE}$	CP	Funkcja
L	X	X	X	⎍	reset
H	X	X	L	⎍	preset
H	L	X	H	X	–
H	X	L	H	X	–
H	H	H	H	⎍	count

$\overline{MR}$ – główny reset
CEP – zezwolenie zliczania
CET – zezwolenie zliczania
CP – zegar
P0...P3 – wejścia równoległe
Q0...Q3 – wyjścia równolegle
TC – wyjście zliczania
$TC = CET \cdot Q0 \cdot Q1 \cdot Q2 \cdot Q3$



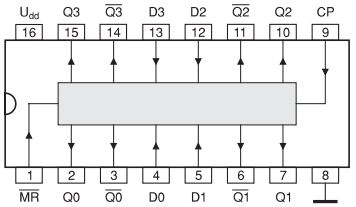
40174 Sześciokrotny przerzutnik typu D

$\overline{MR}$	D	CP	Q
L	X	X	L
H	L	⎍	L
H	H	⎍	H



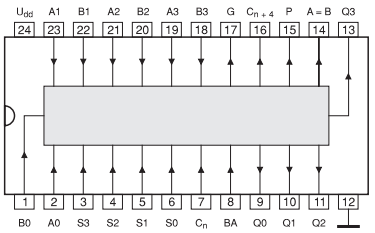
40175 Poczwórny przerzutnik typu D

$\overline{MR}$	D	CP	Q	$\overline{Q}$
L	X	X	L	H
H	L	⎍	L	H
H	H	⎍	H	L



40181 4-bitowa jednostka arytmetyczno-logiczna

S3	S2	S1	S0	BA = H, funkcja logiczna	BA = L, funkcja arytmetyczna	
					Cn = H	Cn = L
L	L	L	L	$\overline{A}$	A	A plus 1
L	L	L	H	$\overline{A+B}$	A + B	(A + B) plus 1
L	L	H	L	$\overline{A}\cdot B$	A + $\overline{B}$	(A + $\overline{B}$) plus 1
L	L	H	H	L	minus 1	zero
L	H	L	L	$\overline{A\cdot B}$	A plus (A · $\overline{B}$)	A plus (A · $\overline{B}$) plus 1
L	H	H	L	$\overline{B}$	(A + B) plus (A · $\overline{B}$)	(A + B) plus (A · $\overline{B}$) plus 1
L	H	H	H	A · $\overline{B}$	(A1 · $\overline{B}$) minus 1	A · $\overline{B}$
H	L	L	L	$\overline{A}$ + B	A plus (A · B)	A plus (A · B) plus 1
H	L	L	H	$\overline{A\oplus B}$	A plus B	A plus B plus 1
H	L	H	L	B	(A + $\overline{B}$) plus (A · B)	(A + $\overline{B}$) plus (A · B) plus 1
H	L	H	H	A · B	(A · B) minus 1	A · B
H	H	L	L	H	A plus A	A plus A plus 1
H	H	L	H	A + $\overline{B}$	(A + B) plus A	(A + B) plus A plus 1
H	H	H	L	A + B	(A + $\overline{B}$) plus A	(A + $\overline{B}$) plus A plus 1
H	H	H	H	A	A minus 1	A



40182 Generator przeniesienia

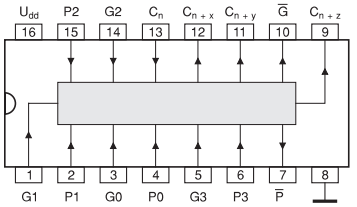
$C_{n+x} = G0 + (P0 \cdot C_n)$

$C_{n+y} = G1 + (P1 \cdot G0) + (P1 \cdot P0 \cdot C_n)$

$C_{n+z} = G2 + (P2 \cdot G1) + (P2 \cdot P1 \cdot G0) + (P2 \cdot P1 \cdot P0 \cdot C_n)$

$\overline{G} = \overline{G3 + (P3 \cdot G2) + (P3 \cdot P2 \cdot G1) + (P3 \cdot P2 \cdot P0 \cdot G0)}$

$\overline{P} = \overline{P3 + P2 + P1 + P0}$



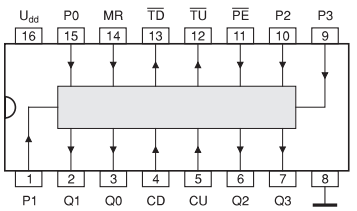
40192 Programowalny rewersyjny licznik dziesiętny

MR	PE	CU	CD	Funkcja
H	X	X	X	reset
L	L	X	X	preset
L	H	⎍	H	count ↑
L	H	H	⎍	count ↓

P0...P3 – wejścia równoległe
CU – zegar zliczania w górę
CD – zegar zliczania w dół
TU – wyjście zliczania w górę (przeniesienie)
TD – wyjście zliczania w dół (pożyczka)

$\overline{TU} = \overline{Q0 \cdot Q3 \cdot \overline{CU}}$

$\overline{TD} = \overline{\overline{Q0} \cdot \overline{Q1} \cdot \overline{Q2} \cdot \overline{Q3} \cdot \overline{CD}}$



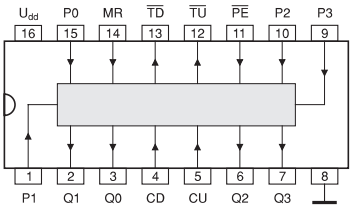
40193 Programowalny rewersyjny licznik dwójkowy

MR	PE	CU	CD	Funkcja
H	X	X	X	reset
L	L	X	X	preset
L	H	⎍	H	count ↑
L	H	H	⎍	count ↓

P0...P3 – wejścia równoległe
CU – zegar zliczania w górę
CD – zegar zliczania w dół
TU – wyjście zliczania w górę (przeniesienie)
TD – wyjście zliczania w dół (pożyczka)

$\overline{TU} = \overline{Q0 \cdot Q1 \cdot Q2 \cdot Q3 \cdot \overline{CU}}$

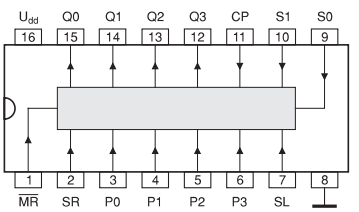
$\overline{TD} = \overline{\overline{Q0} \cdot \overline{Q1} \cdot \overline{Q2} \cdot \overline{Q3} \cdot \overline{CD}}$



40194 4-bitowy dwukierunkowy uniwersalny rejestr przesuwający

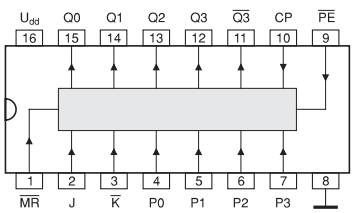
MR	S1	S0	CP	Funkcja
L	X	X	X	reset
H	L	L	X	–
H	H	L	⎍	shift ←
H	L	H	⎍	shift →
H	H	H	⎍	preset

S0,S1 – tryb pracy
P0...P3 – wejścia równoległe
SR – wejście danych przesuwania w prawo
SL – wejście danych przesuwania w lewo

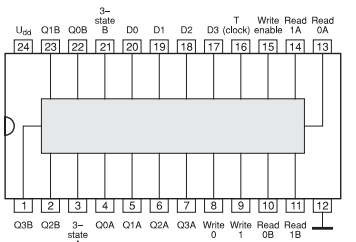


40195 4-bitowy uniwersalny rejestr przesuwający

MR	PE	J	K	CP	Q0	Funkcja
L	X	X	X	X	L	reset
H	L	X	X	⎍	P0	preset
H	H	L	L	⎍	L	shift
H	H	L	H	⎍	Q0	shift
H	H	H	L	⎍	$\overline{Q0}$	shift
H	H	H	H	⎍	H	shift



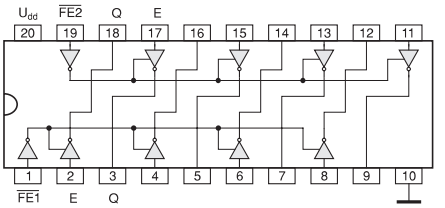
40208 4×4-bitowy rejestr wielobramowy



40240 8-bitowy odwracający driver magistrali

FE1	E	Q
H	X	Z
L	L	H
L	H	L

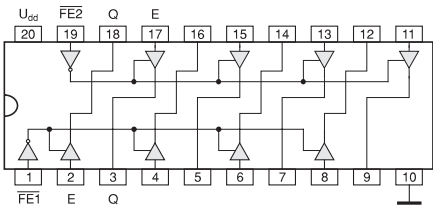
FE2	E	Q
H	X	Z
L	L	H
L	H	L



40244 8-bitowy driver magistrali

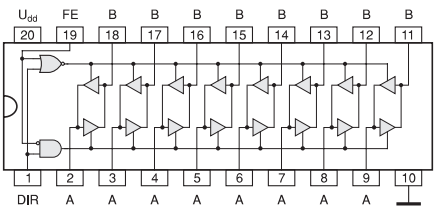
FE1	E	Q
H	X	Z
L	L	L
L	H	H

FE2	E	Q
L	X	Z
H	L	L
H	H	H



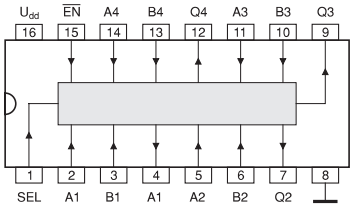
40245 8-bitowy dwukierunkowy driver magistrali

FE	DIR	Funkcja
H	X	A = B = Z
L	L	B → A
L	H	A → B



40257 Poczwórny multiplekser 2 na 1-linię

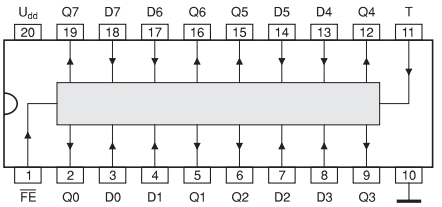
EN	SEL	A	B	Q
H	X	X	X	Z
L	L	L	X	L
L	L	H	X	H
L	H	X	L	L
L	H	X	H	H



40373 8-krotny „przezroczysty" zatrzask

FE	D	T	int*)	Q
H	L	H	L	Z
H	H	H	H	Z
L	L	H	L	L
L	H	H	H	H

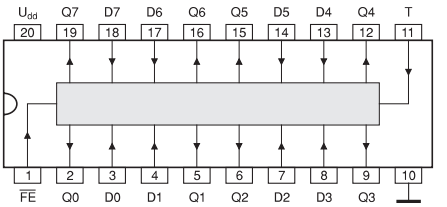
*) int – wewnętrzny rejestr



40374 8-krotny przerzutnik typu D

FE	D	T	int*)	Q
H	L	⎍	L	Z
H	H	⎍	H	Z
L	L	⎍	L	L
L	H	⎍	H	H

*) int – wewnętrzny rejestr



Skróty na rysunkach wyprowadzeń

A, B, C, ...	Wejścia liczników, rejestrów przesuwających, dekoderów etc; A – najmłodszy bit (LSB)
a, b, c, ...	Wyjścia wyświetlaczy 7-segmentowych, patrz rysunek poniżej
A0, A1, ...	Wejścia adresujące pamięć, A0 – LSB
BI	Wejścia wygaszające cyfrę
B_{out}	Wyjście z przeniesieniem ujemnym (pożyczką)
C	Wejście sterujące, ogólnie
CE	Sygnał wybrania układu (ang. Chip Enable)
C_{in}	Wejście sygnału przeniesienia
CL	Zerowanie, kasowanie
C_{out}	Wyjście sygnału przeniesienia
CP	Impulsy zegarowe (wejście)
D	Wejście/wyjście danych, ogólnie
D0, D1, ...	Wejścia danych, D0 – LSB
DP	Wyjście kropki dziesiętnej dekodera wyświetlacza 7-segmentowego
E	Wejście, ogólnie
EN	Wejście uprawniające (ang. Enable) układów z wyjściem trójstanowym
FE	Wejście uprawniające (ang. Enable Input)
FQ	Wyjście uprawniające (ang. Enable) w układach kaskadowych)
J, J1, J2	Wejścia J przerzutników
K, K1, K2	Wejścia K przerzutników
LT	Wejścia kontrolne w dekoderach wyświetlaczy 7-segmentowych
MEM	Pamięć
MR	Zerowanie ogólne (wszystkie układy)
MUX	Multiplekser
Q	Wyjścia, ogólnie
Q0, Q1, ...	Wyjścia danych z dekoderów dziesiętnych
QA, QB, ...	Wyjścia danych., QA – LSB
R	Wejścia zerujące, ogólnie
R0	Wejście zerujące, reset (ustawia zero)
R9	Wejście zerujące, reset (ustawia dziewiątkę)
RBI	Wejście sygnału wygaszającego migotanie wyświetlaczy 7-segmentowych
RBQ	Wyjście sygnału wygaszającego migotanie (dla układów kaskadowych)
RD	Wejście sygnału zezwolenia na czytanie (ang. Read Enable)
S	Wejście ustawiające, ogólnie
Strobe	Wejście sygnału wyzwalającego (strobującego)
T	Wejście sygnału zegarowego)
U_{dd}	Napięcie zasilania
V/R	Wejście przełączania trybów: liczenie w przód/liczenie wstecz
W/R	Wejście przełączania trybów: zapis/odczyt

Skróty w tabelach stanów logicznych

H	Stan logiczny (poziom) wysoki
L	Stan logiczny (poziom) niski
X	Stan logiczny nieokreślony (niski lub wysoki)
Z	Stan logiczny wysokiej impedancji
⎍	Przejście z L do H (zbocze narastające)
⎎	Przejście z H do L (zbocze opadające)
⎍⎎	Impuls o niskim poziomie logicznym
nx	Ciąg n impulsów o wysokim poziomie logicznym
Q=L	Ta kolumna wskazuje wyjście o niskim poziomie; wszyskie pozostałe wyjścia mają poziom wysoki
+	OR
·	AND
⊕	EX-OR
$\overline{A}$	NOT A
blank	Pusty (wyświetlacz)
counter	Licznik
data	Dane
eve, odd	Nieparzysty, parzysty
hold	Utrzymanie danych
inhibit	Zakaz
latch	Zatrzaśnięcie danych
memory	Zawartość pamięci
$\overline{\text{memory}}$	Zanegowana zawartość pamięci
remains	Odświeżanie (wyświetlacza)

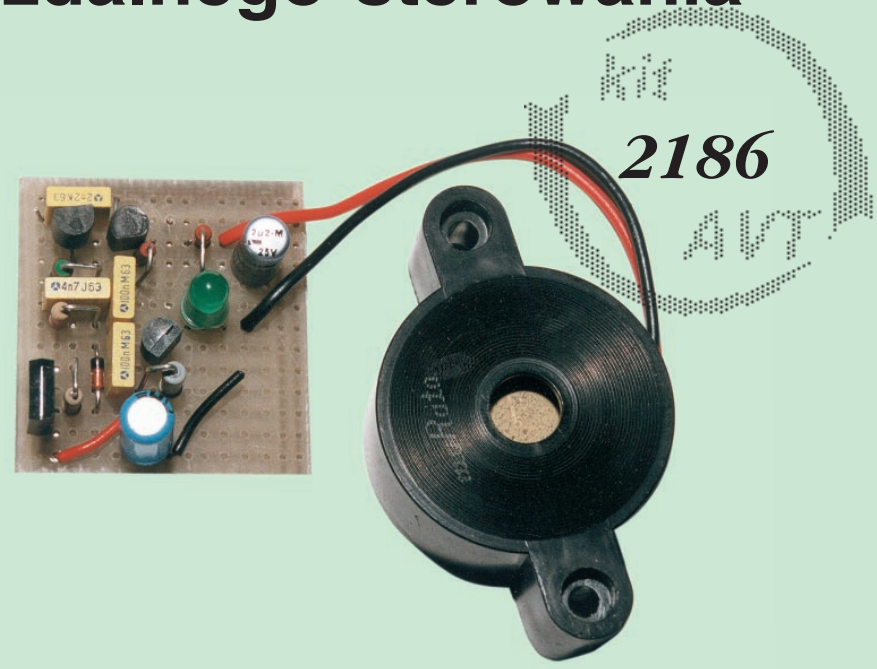
W kolumnie „Funkcja"

–	Nie jest wykonana jakakolwiek funkcja ani zmieniany jakikolwiek stan
count	Odliczanie co 1
no count	Brak odliczania
shift	Przesuwanie o 1
?	Stan lub funkcja zależy od innych parametrów i stąd nie jest znana
reset	Zerowanie
preset	Nastawienie, najczęściej na określoną wartość, stosowane do wejść równoległych
latch	Zatrzaśnięcie danych
read	Odczyt danych
write	Zapis danych
nest addres	Następny adres

Funkcje dynamiczne

t_n	Czas/stan poprzedzający pojawienie się impulsu zegarowego
t_{n+1}	Czas/stan po jednym impulsie zegarowym (jeśli nie podano innej definicji)
Q_n	Stan wyjścia po czasie t_n
Q_{n+1}	Stan wyjścia po czasie t_{n+1}
$\overline{Q_n}$	Zanegowanie Q_n

Tester pilotów zdalnego sterowania



Do czego to służy?

Niejeden z czytelników EdW poproszony był o sprawdzenie lub naprawę pilota zdalnego sterowania od telewizora, wideo czy innego sprzętu. Nic dziwnego, bo uszkodzenia pilotów czy to wskutek upadku, czy wskutek częstego używania i naturalnego zużycia zdarzają się często.

Do dokładnego testowania pilotów pracujących w kodzie RC5 można wykorzystać układ SAA3048, zaprezentowany w jednym z wcześniejszych numerów EdW. Jednak kostka SAA3048 jest stosunkowo droga, a poza tym nie wszystkie piloty pracują w kodzie RC5.

Dlatego celowe jest wykonanie prostego testera, nadającego się do sprawdzania wszystkich pilotów wykorzystujących promieniowanie podczerwone.

W artykule opisano taki właśnie układ.

Jak to działa?

Pilot wysyła do odbiornika promieniowanie podczerwone w postaci paczek impulsów. Zasadą jest, że wykorzystuje się częstotliwość nośną w zakresie 20...60kHz. Najczęściej jest to częstotliwość 36kHz i wtedy do odbioru zakodowanych impulsów można wykorzystać dobrze znany układ TFMS5360 lub SFH506-36 (opisany w poprzednich numerach EdW). Niestety, częstotliwość nośna pilota może być inna niż 36kHz, dlatego w uniwersalnym testerze nie można wykorzystać takiego układu. Należy zastosować sposób, który pracowałby przy dowolnej częstotliwości nośnej.

Częstotliwość nośna nie niesie informacji. Informacja dla odbiornika jest zakodowana w postaci impulsów i przerw o długości rzędu milisekund. Aby skonstruować prosty i funkcjonalny układ testera, należy wykonać układ uniwersalnego odbiornika podczerwieni i w jakiś sposób wydzielić te impulsy i przerwy, a potem... podać je na diodę LED oraz przetwornik akustyczny (głośnik). Wtedy miganie diody LED i dźwięk (terkot) w głośniku będzie odpowiadał sekwencji impulsów kodowych. Jest to jak najbardziej celowe, bo częstotliwość tych impulsów leży w zakresie częstotliwości słyszalnych.

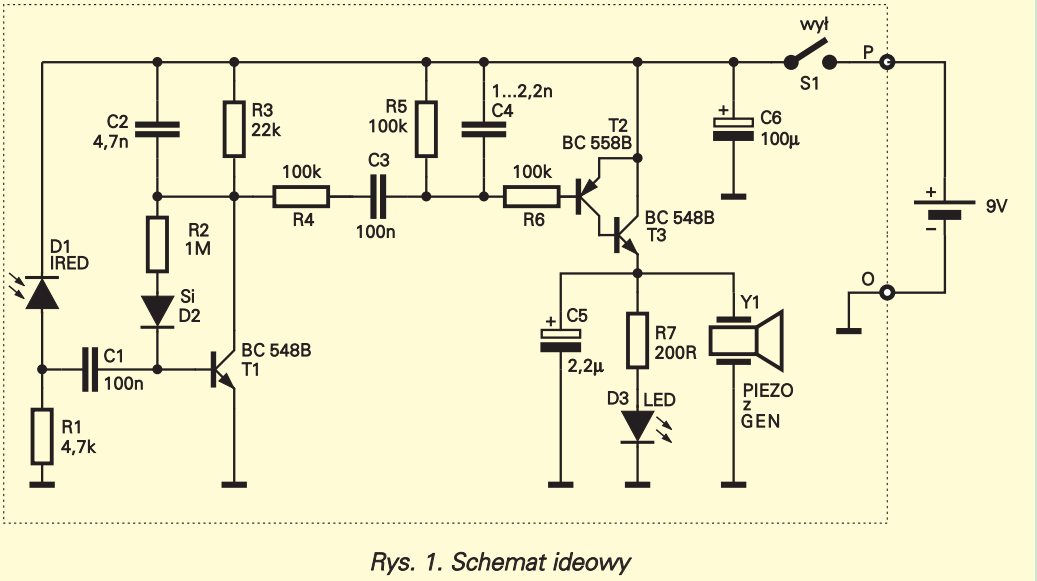
Przy odrobinie wprawy, po „odsłuchaniu" kilku czy lepiej kilkunastu sprawnych pilotów od sprzętu różnego typu i różnych firm, można zapoznać się z rytmem impulsów charakterystycznym dla poszczególnych firm i systemów. Potem łatwo można określić rodzaj uszkodzenia pilota na podstawie dźwięków, jakie wydaje tester oświetlony pilotem. Na przykład dość często zdarza się, że element wyznaczający częstotliwość pilota (najczęściej jest to rezonator ceramiczny) zostaje częściowo uszkodzony podczas upadku i zmienia się częstotliwość pracy. Pilot wydaje się sprawny, bo nadaje impulsy, ale zarówno częstotliwość nośna, jak i impulsy mają inne częstotliwości i czasy. Właśnie porównanie metodą na słuch terkotu pilota uszkodzonego, z terkotem sprawnego pilota podobnego typu, pozwala w prosty sposób określić przyczynę niesprawności.

Brak jakiegokolwiek dźwięku wskazuje na uszkodzenie diody nadawczej, brak zasilania, itp.

Brak sygnału przy naciskaniu niektórych klawiszy wskazuje na niesprawność klawiatury (wytarcie lub zabrudzenie).

Jak z tego widać, tester akustyczny pracujący na omówionej zasadzie znakomicie przyda się do wstępnej lokalizacji uszkodzenia.

Schemat ideowy układu pokazano na rysunku 1. Elementem odbiorczym jest fo-



Rys. 1. Schemat ideowy

todioda D1. Można tu zastosować dowolną fotodiodę, ale lepiej użyć fotodiody z czarnym filtrem (w czarnej obudowie), nie przepuszczającym światła widzialnego, tylko podczerwień. Taka czarna obudowa, przepuszczalna tylko dla promieniowania podczerwonego, często wprowadza w błąd początkujących. Bez obaw, to czarne tworzywo przepuszcza podczerwień – należy tylko sprawdzić, która strona jest stroną czynną, bo element reaguje tylko na promieniowanie z jednej strony.

Gdy promieniowanie pilota padnie na fotodiodę, wytworzy w niej impulsy prądu. Impulsy te spowodują wystąpienie czegoś w rodzaju grzebienia impulsów na rezystorze R1. Napięcie zmienne z rezystora R1 podawane jest na bazę tranzystora T1. Warunki pracy tego tranzystora ustalają rezystor R2 i dioda D2. Po wzmocnieniu sygnał występuje na rezystorze R3. W zasadzie byłyby to paczki impulsów o częstotliwości nośnej. Dzięki obecności kondensatora C2 następuje uśrednienie przebiegu i praktyczne wyeliminowanie częstotliwości nośnej. Na kolektorze tranzystora T1 występują więc przebiegi odpowiadające impulsom i przerwom sterującym o czasach trwania rzędu milisekund. Obwód R4, C4, R5, C3 dodatkowo filtruje i kształtuje te impulsy.

Po ukształtowaniu podawane są one przez rezystor R6 na modyfikowany układ Darlingtona T2, T3.

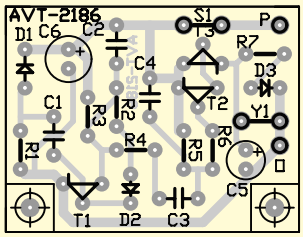
Obciążeniem jest przetwornik piezo Y1 oraz dioda LED D3 włączona przez rezystor szeregowy R7.

W pierwotnej wersji planowano użyć głośnika włączonego w szereg z rezystorem R7 i diodą D3. Próby przeprowadzone z głośnikiem o oporności 8Ω pokazały, że siła dźwięku jest zbyt mała i dla jej zwiększenia należałoby zmniejszyć wartość R7, ale to wiązałoby się ze znacznym wzrostem poboru prądu, niedopuszczalnym dla urządzenia zasilanego z małej 9-woltowej baterii. Można wprawdzie w miejsce rezystora R7 włączyć np. słuchawkę telefoniczną o oporności 200...300Ω (i nie stosować C5 i Y1), ale nie każdy ma dostęp do takiej słuchawki. Dlatego po próbach ostatecznie zdecydowano się na użycie powszechnie dostępnego elementu – przetwornika piezo. Należy zwrócić uwagę, że zastosowano tu przetwornik z generatorem, co wnikliwym czytelnikom może się wydać co najmniej dziwne. Wypróbowano działanie układu z kondensatorami C5 o różnej wartości. Kondensator C5 nie może być zbyt duży. Wartość 4,7µF wydaje się maksymalna. Układ dobrze pracuje również bez tego kondensatora. Użytkownik testera sam powinien zdecydować, czy zechce go zastosować, porównując sygnał z przetwornika Y1 w obecności i bez kondensatora C5.

Montaż i uruchomienie

Fotografia wstępna pokazuje model zmontowany w ciągu kilkunastu minut na kawałku płytki uniwersalnej PU-02. Wielu czytelników skorzysta z tej możliwości. Inni skorzystają z płytki drukowanej, dostępnej w ofercie handlowej AVT.

Układ testera można zmontować na płytce pokazanej na **rysunku 2**. Montaż jest klasyczny, nie sprawi kłopotów.



Rys. 2. Schemat montażowy

Jedynym problemem może być włączenie diody D1. Diody takie mają różne wyprowadzenia, ale nie trzeba niczego szukać w katalogu. Jak widać, dioda włączona jest w kierunku zaporowym. To znaczy, że w spoczynku nie powinien przez nią płynąć prąd i napięcie na rezystorze R1 powinno być równe zeru. Jeśli na rezystorze R1 napięcie wynosi kilka woltów, dioda jest włączona odwrotnie.

Układ nie wymaga uruchamiania i zbudowany ze sprawnych elementów od razu powinien pracować poprawnie.

Należy zwrócić uwagę, że celowo zastosowano rezystor R1 o stosunkowo małej wartości, obniżając tym samym czułość testera. Eliminuje to wrażliwość na obce sygnały, na przykład promieniowanie podczerwone słońca czy żarówek. Ze względu na niewielką czułość, podczas sprawdzania pilot powinien znajdować się w odległości około 5 centymetrów od fotodiody.

Niesprawność można określić na podstawie dźwięku przetwornika Y1 i migania diody D2, kierując się podanymi wcześniej wskazówkami.

Piotr Górecki
Zbigniew Orłowski

Wykaz elementów
(opcja 60Hz)

Rezystory
R1: 4,7kΩ
R2: 1MΩ
R3: 22kΩ
R4-R6: 100kΩ
R7: 200Ω

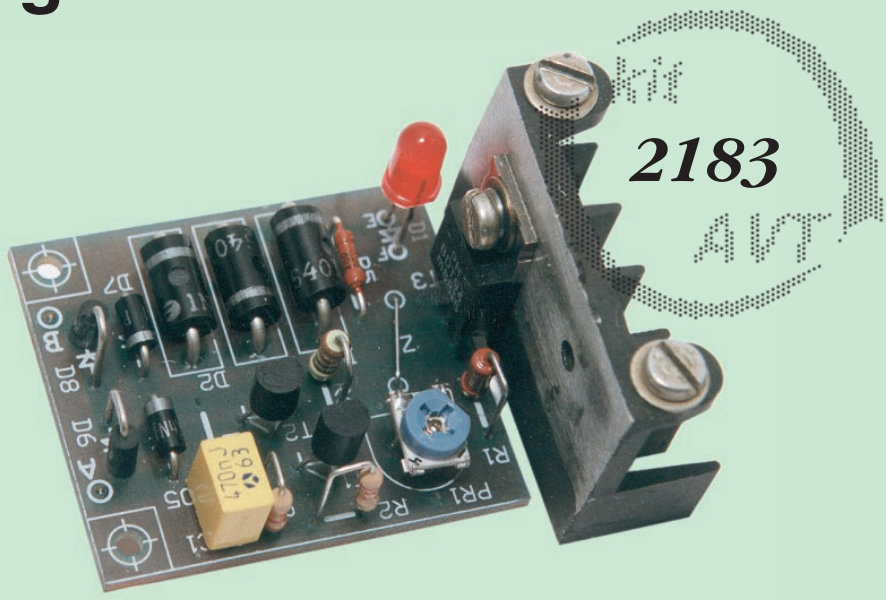
Kondensatory
C1,C3: 100nF
C2: 4,7nF
C4: 2,2nF
C5: 2,2µF/16V elektrolityczny
C6: 100µF/16V elektrolityczny

Półprzewodniki
D1: fotodioda np. BPW84, BPYP46
D2: 1N4148
D3: LED 3 lub 5mm ziel.
T1,T3: BC548B
T2: BC558B

Pozostałe
Y1: piezo z generatorem
S1: wyłącznik
złączka do baterii 9V6F22

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako „kit szkolny" AVT-2186.

Zabezpieczenie głośnika wysokotonowego



Do czego to służy?

Urządzenie, zgodnie ze swą nazwą służy do zabezpieczenia głośnika wysokotonowego w zestawie głośnikowym zwanym też kolumną.

Dlaczego jest to potrzebne?

Nie wszyscy wiedzą, że głośniki wysokotonowe, mające w oznaczeniu podaną moc, na przykład 80W, wcale nie są przystosowane do obciążenia ciągłą mocą równą 80W. Owe 80W to moc zestawu głośnikowego, do którego taki głośnik może być zastosowany. Całkowita moc dostarczona do zestawu (80W) zostaje rozdzielona pomiędzy głośniki zamontowane w tym zestawie. Niezależnie od tego, czy zestaw jest dwu- czy trzydrożny, głośnik wysokotonowy przetwarza tylko składowe o częstotliwościach rzędu kilku kiloherców i wyższych.

Od dawna wiadomo, że największa część energii sygnałów muzycznych zawarta jest w najniższym zakresie częstotliwości, poniżej 1000Hz. Składowe wysokotonowe mają moc jedynie kilku procent ogólnej mocy.

Biorąc to pod uwagę, producenci głośników budowali głośniki wysokotonowe o stosunkowo niewielkiej mocy, i oznaczali je mocą znacznie większą – podawali moc całego zestawu.

Nieświadomy tego amator, który skończył właśnie budowę wzmacniacza o mocy wyjściowej powiedzmy 50W, podłączał takie 80-watowe kolumny do tego wzmacniacza i testował całość podając na wejście wzmacniacza silny sygnał sinusoidalny o częstotliwości 20Hz...20kHz z przestrajanego generatora. Taka procedura nazywana jest „przegwizdaniem wzmacniacza".

Najczęściej ubocznym efektem takiego przegwizdania były uszkodzone głośniki wysokotonowe, a nierzadko zdarzało się, że także głośniki średniotonowe wręcz wypluły swe membrany.

Oczywiście przyczyną było podanie na głośniki średnio- i wysokotonowe sygnału wzmacniacza pracującego z pełną mocą.

Nie zawsze przyczyną uszkodzenia głośników wysokotonowych jest tak wielka bezmyślność właściciela.

Uszkodzenia dość często zdarzają się także w sytuacjach, gdy wzmacniacz lub przedwzmacniacz wzbudzi się na wysokich, akustycznych lub ponadakustycznych częstotliwościach.

Jeszcze inną możliwą przyczyną uszkodzeń jest „elektronizacja muzyki". Podane wcześniej proporcje rozdziału mocy na poszczególne pasma częstotliwości są właściwe dla naturalnych źródeł dźwięku. Inaczej jest z muzyką eksperymentalną i elektroniczną. W tym wypadku sztucznie wytwarzane przebiegi mogą mieć niespodziewanie dużą energię także w zakresie wysokich częstotliwości. Dla głośników wysokotonowych może to być wyzwanie ponad siły.

Wszystkie podane przyczyny uzasadniają celowość stosowania zabezpieczenia głośnika wysokotonowego w zestawie głośnikowym lub estradowym.

Najprostszym stosowanym w praktyce sposobem zabezpieczenia jest włączenie w szereg z głośnikiem wysokotonowym odpowiednio dobranej... żarówki. Zwykle jest to żarówka samochodowa 12V...24 o mocy zależnej od mocy głośnika. Taki sposób opiera się na wzroście rezystancji żarówki wraz ze wzrostem temperatury włókna. Jak wiadomo, rezystancja włókna w stanie zimnym jest kilkakrotnie mniejsza niż w stanie gorącym przy nominalnym napięciu.

Sposób z żarówką jest prosty, ale oprócz niekorzystnego wpływu na odtwarzanie wysokich częstotliwości nie zapewnia skutecznej ochrony. Autorzy artykułu mieli okazję niejednokrotnie się o tym przekonać.

Skuteczniejszą ochronę zapewniają układy elektroniczne. Jeden z nich jest opisany w tym artykule.

Jak to działa?

Schemat ideowy układu zabezpieczającego pokazano na **rysunku 1**. Punkty A i B dołączone są wprost do zacisków głośnika wysokotonowego Mostek diodowy D5...D8 prostuje sygnał, gwarantując, że zabezpieczenie będzie skuteczne zarówno w przypadku przebiegów dodatnich, jak i ujemnych.

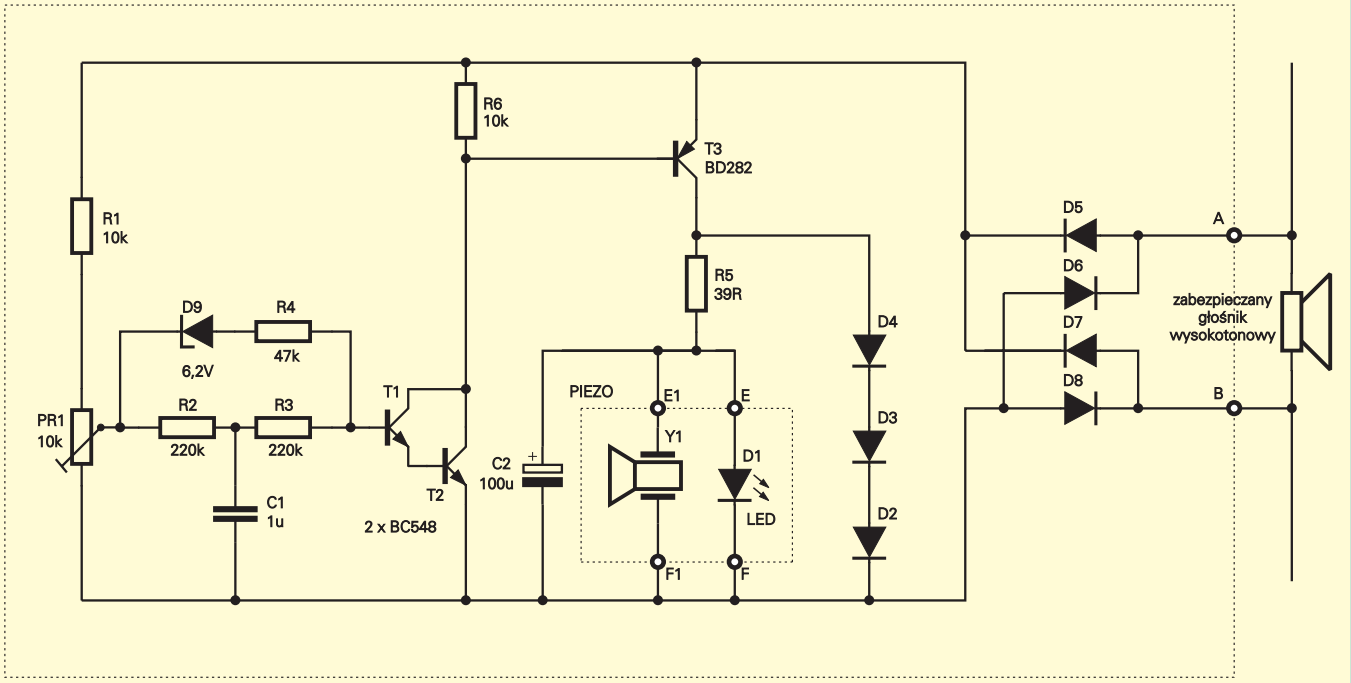
Należy zauważyć, że za mostkiem prostowniczym nie ma kondensatora filtrującego, a więc dalsza część układu jest zasilana napięciem tętniącym.

Głównym elementem zabezpieczającym jest tranzystor mocy T3. Jeśli przebieg na głośniku ma zbyt dużą, grożącą uszkodzeniem wartość, wtedy otwiera się tranzystor T3 i przejmuje część prądu, nie dopuszczając do nadmiernego wzrostu napięcia na głośniku. W sumie cały układ zabezpieczenia zachowuje się jak dioda Zenera dużej mocy. Diodę Zenera mocy można zrealizować przy użyciu jakiejkolwiek diody Zenera i tranzystora mocy. Prezentowany układ ma dodatkowe cechy poprawiające jego walory.

Przede wszystkim dzięki zastosowaniu potencjometru montażowego PR1 możliwe jest dobranie potrzebnych napięć zadziałania ograniczenia.

Właśnie napięć, a nie napięcia – układ ma bowiem dwa obwody ograniczania.

Pierwszy obwód zawiera obwód uśredniający R2, C1, R3. Chodzi o to, by układ monitorował średnie napięcie, a tym samym średnią moc głośnika. Jeśli w sygnale pojawią się na chwilę mocniejsze składowe, to układ nie zareaguje i przepuści je do głośnika.



Rys. 1. Schemat ideowy

Jeśli jednak miałyby się pojawić bardzo duże sygnały, to wtedy zareaguje drugi obwód z diodą D9 i rezystorem R4. Tu nie ma żadnego opóźnienia i uśredniania i układ natychmiast obcina bardzo duże sygnały.

W praktyce zazwyczaj wystarczy zastosować obwód uśredniający, a z uwagi na małą stałą czasową uśredniania (rzędu 200 milisekund) obwód z diodą D9 nie jest konieczny.

W układzie celowo zastosowano stały, a nie elektrolityczny kondensator C1. Zastosowanie aluminiowego kondensatora elektrolitycznego jest ryzykowne, bowiem układ będzie działał sporadycznie i kondensator taki będzie rozformowany. Potem, gdy układ powinien zadziałać, duży prąd upływu takiego rozformowanego kondensatora uniemożliwi prawidłową pracę.

Kondensator C1 powinien być kondensatorem stałym, ceramicznym lub foliowym. Wartość 1µF przyjęto ze względów praktycznych – kondensatory stałe o większej pojemności są zdecydowanie mniej popularne.

Jeśli ktoś chce zmienić wartość stałej czasowej, może śmiało zmieniać wartość rezystorów R2 i R3 w zakresie 22kΩ...2,2MΩ.

W układzie dodatkowo przewidziano sygnalizację świetlną za pomocą czerwonej diody D1 oraz akustyczną za pomocą brzęczyka piezo Y1. Właśnie ze względu na sygnalizację wprowadzono diody prostownicze D2...D4. Nie są one potrzebne do pracy głównego układu ogranicznika, a jedynie wykorzystuje się spadek napięcia na nich (około 2,1V) do zasilania sygnalizatora piezo i diody LED. Ze względu na małe napięcie na diodach konieczne jest zastosowanie sygnalizatora piezo na napięcie 1,5V, a nie typowego sygnalizatora na 12V typu PCA-06. Sygnalizatory na tak małe napięcie są bez trudu dostępne w handlu.

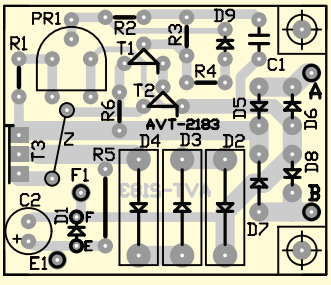
Sens stosowania sygnalizacji dźwiękowej w zestawie głośnikowym jest dyskusyjny, ale próby przeprowadzone przez Autorów wykazały, że przy zastosowaniu kondensatora C2 o pojemności co najmniej 100µF, sygnał brzęczyka jest zauważalny.

Niewątpliwie bardziej sensowna jest sygnalizacja świetlna, choć i tu można dyskutować, jak wyprowadzić na zewnątrz kolumny przewody do tej diody. Oczywiście dziurawienie obudowy to ostateczność, która może zmienić właściwości akustyczne kolumny.

Jeśli ktoś nie będzie stosował elementów sygnalizacyjnych, może też spokojnie zamiast diod D2 – D4 wlutować zwory.

Montaż i uruchomienie

Układ można zmontować na małej płytce drukowanej, pokazanej na **rysunku 2**. Montaż układu nie sprawi nikomu trudności – nie zawiera on żadnych szczególnie wrażliwych elementów. Najpierw należy wlutować jedyną zworę, potem wszystkie elementy. Kolejność montażu nie ma znaczenia.



Rys. 2. Schemat montażowy

Po zmontowaniu układu, należy ustawić próg zadziałania.

W zasadzie należałoby zrobić to w warunkach naturalnych, ale w praktyce wystarczy dużo prostszy sposób z wykorzystaniem zasilacza prądu stałego o regulowanym napięciu wyjściowym.

Ciąg dalszy na str. 59

Wykaz elementów

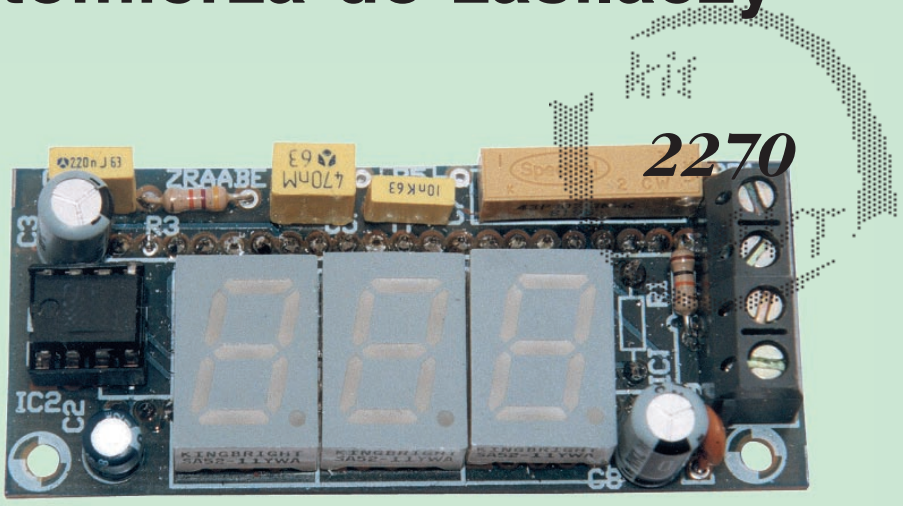
Rezystory
R1,R6: 10kΩ
R2,R3: 220kΩ
R4: 47kΩ
R5: 39Ω
PR1: 10kΩ miniaturowy

Kondensatory
C1: 1µF stały
C2: 100µF/16V elektrolityczny

Półprzewodniki
D1: LED 5mm czerw.
D2-D4: dioda 2A np. 1N5401
D5-D8: dioda 1A np. 1N4001
D9: dioda Zenera 6,2V
T1,T2: tranzystor NPN, np. BC548B
T3: tranzystor NPN mocy, np. BD282
Y1: PIEZO 1,5V

Uwaga!
Elementy D9, R4, Y1, C2 i żarówka nie wchodzą w skład zestawu AVT-2183B.

Moduł miliwoltomierza do zasilaczy



Do czego to służy?

A po jakiego diabła nam nowy moduł miliwoltomierza? Mamy przecież już jeden, zbudowany z wykorzystaniem wyświetlaczy LED (AVT2004) i drugi, opisany w Młodym Techniku: z wyświetlaczem LCD. Przecież nadają się one idealnie do monitorowania napięcia zasilania dowolnego zasilacza, więc po co mamy budować jeszcze jeden miliwoltomierz? Tylko że właśnie nie za bardzo nadają się one do wbudowania w typowy zasilacz laboratoryjny. Obydwa wymienione moduły zbudowane są z wykorzystaniem popularnej ICL7107 i wyświetlają wynik pomiaru na wyświetlaczu 3,5-cyfrowych. A zatem w zależności od wersji wykonania i stosowanego dzielnika napięcia zakres pomiarowy tych miliwoltomierzy może wynosić: 0...1,999V, 0...19,99, 0...199,9V itd. Typowy zasilacz warsztatowy dostarcza najczęściej napięć z zakresu od 1...2V do kilkudziesięciu woltów. Tak więc zakres pomiarowy 0...19,99V będzie dla takiego zasilacza zdecydowanie za mały, a 0...199,9V – za duży. Oczywiście, można zastosować przełącznik zakresów, ale takie rozwiązanie niepotrzebnie komplikuje konstrukcję zasilacza.

Do niedawna w ofercie kitów AVT znajdował się miernik rzeczywiście idealnie nadający się do monitorowania napięcia wyjściowego zasilaczy warsztatowych. Miał on zakres 0...99,9V, co w większości przypadków zaspokajało potrzeby konstruktorów. Niestety, kit ten nie jest już produkowany, ponieważ sercem układu był scalony przetwornik analogowo-cyfrowy typu C520 produkcji byłego NRD, który obecnie jest praktycznie niemożliwy do nabycia. Autor przejrzał wszystkie dostępne katalogi w nadziei znalezienia jakiegoś taniego zamiennika, ale niestety bez rezultatu. Ze względu na przygotowywany w Pracowni Konstrukcyjnej AVT nowy model zasilacza, zbudowanie prostego i taniego modułu pomiarowego dedykowanego specjalnie do zasilaczy laboratoryjnych stało się palącą koniecznością. Wspomniany zasilacz będzie w wersji podstawowej wyposażony w cztery woltomierze, a w wersji rozwojowej aż w osiem modułów pomiarowych! Zastosowanie dość dużych i kosztownych układów AVT-2004 w drastyczny sposób zwiększyłoby wymiary płyty czołowej zasilacza oraz niezbyt korzystnie wpłynęłoby na koszt jego wykonania. Tak więc autor zdecydował się wykonać jeszcze jeden moduł pomiarowy wykorzystujący ICL7107! Tak, ta kostka rzeczywiście jest „nieśmiertelna" i bardzo trudna do zastąpienia!

Jakie występują różnice pomiędzy modułem AVT-2004 i obecnie proponowanym woltomierzem AVT-2270? Po pierwsze „amputowana" została pierwsza, najbardziej znacząca cyfra, co umożliwia zbudowanie miernika o zakresie 0...99,9, czyli właśnie idealnie nadającego się do monitorowania napięcia wyjściowego zasilacza warsztatowego. Po drugie, w celu zmniejszenia gabarytów układu i kosztów wykonania cały układ został „upakowany" na jednej, dwustronnej płytce drukowanej o wymiarach znacznie mniejszych od płytek modułu AVT-2004. Wyjątkowo gęste rozmieszczenie elementów zostało wprawdzie okupione dość trudnym montażem układu, ale nie z takimi problemami radzili już sobie czytelnicy EdW!

Jak to działa?

Schemat elektryczny proponowanego układu przedstawiony został na **rysunku 1**. sercem układu jest, oczywiście „ajsielka" – ICL7107. Nie obawiajcie się, drodzy czytelnicy, autor nie ma najmniejszego zamiaru po raz kolejny opisywać zasady działania tej popularnej kostki. Wystarczy stwierdzić, że ICL7107 pracuje w typowej dla siebie i wielokrotnie omawianej aplikacji. Wszystkich, którzy chcą dowiedzieć się czegoś więcej o działaniu tego legendarnego już układu odsyłamy do lektury EdW oraz do biuletynu USKA. Jedyną różnicą pomiędzy naszym układem a typową aplikacją fabryczną jest rezygnacja z wyświetlania pierwszej cyfry.

Kolejnym odstępstwem od powszechnie znanych aplikacji ICL7107 jest nieco nietypowe rozwiązanie problemu zasilania układu napięciem ujemnym. Jak wiadomo, ICL7107 potrzebuje „do życia" dwóch napięć +5VDC i -3,3 5VDC. Najczęściej napięcie ujemne uzyskuje się z wyjścia przetwornicy zbudowanej na kilku inwerterach TTL i sterowanej z jednego z wyjść układu ICL7107. My zastosowaliśmy rozwiązanie bardziej nowoczesne i oszczędne: dodatkowy układ scalonej przetwornicy +5VDC – -5VDC, ICL7660. Jest to bardzo interesująca kostka redukująca do minimum kłopoty związane z koniecznością uzyskiwania napięć ujemnych w układzie zasilanym pojedynczym napięciem 5V. Do działania potrzebuje ona zaledwie jednego elementu zewnętrznego – kondensatora elektrolitycznego o pojemności 10µF, w naszym układzie C2. Na wyjściu OUT ICL7660 otrzymujemy napięcie -5VDC, dość dobrze stabilizowane, które następnie doprowadzone zostaje do wejścia V- IC1. W naszej konstrukcji niezwykle istotny jest fakt, że struktura układu ICL7660 została umieszczona w obudowie typu DIL8, co w porównaniu z typowymi rozwiązaniami z inwerterami pozwoliło na znaczną oszczędność miejsca na płytce obwodu drukowanego.

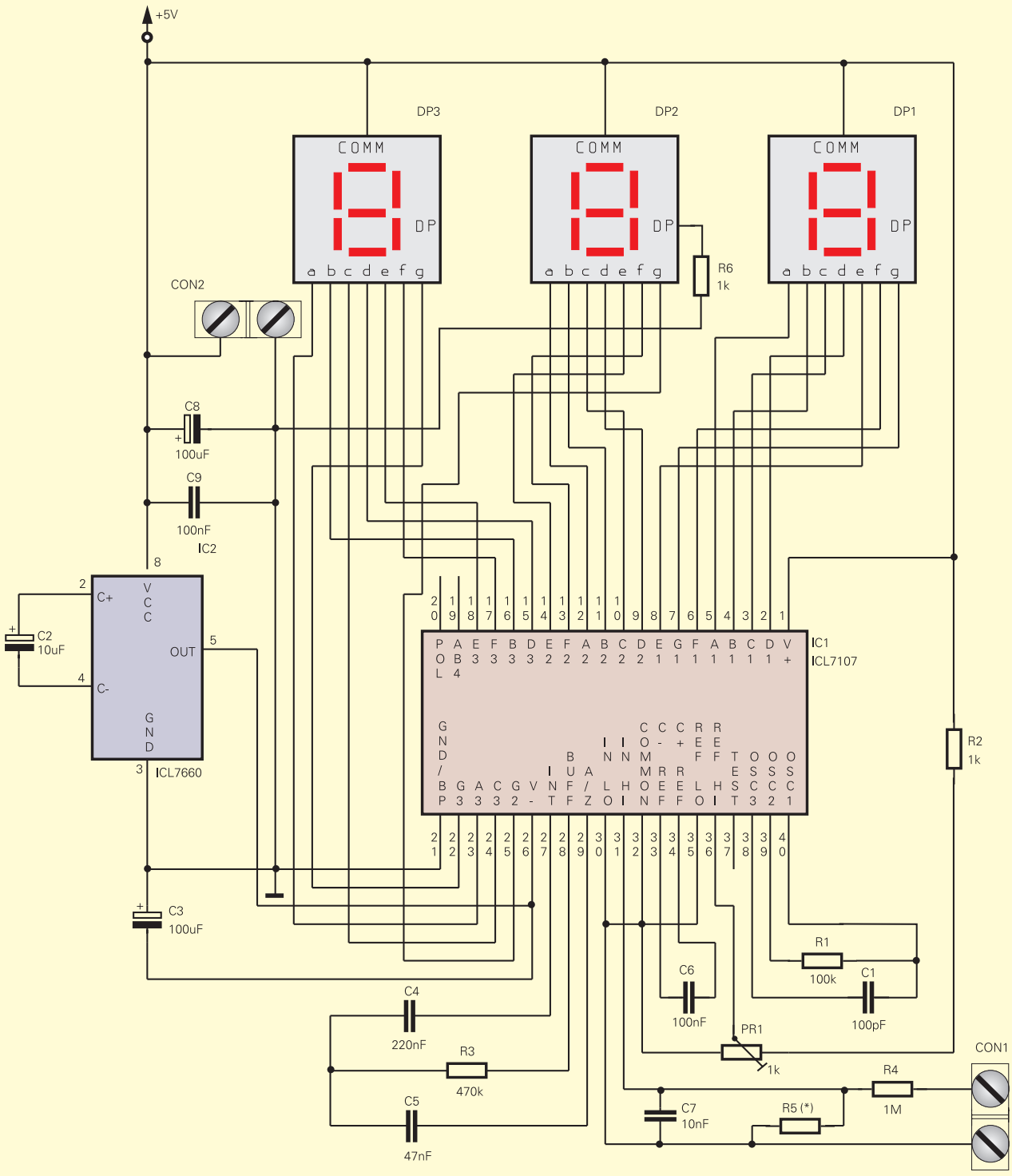
Montaż i uruchomienie

Na **rysunku 2** pokazana została mozaika ścieżek płytki obwodu drukowanego wykonanego na laminacie dwustronnym z metalizacją oraz rozmieszczenie elementów na tej płytce. **W tym momencie autor zwraca się do czytelników z prośbą: zanim cokolwiek wlutujecie w płytkę przeczytajcie uważnie i do końca opis montażu układu. Jest on nieco nietypowy i jedynie przestrzeganie właściwej kolejności lutowania podzespołów może zagwarantować sukces!** Już na początku

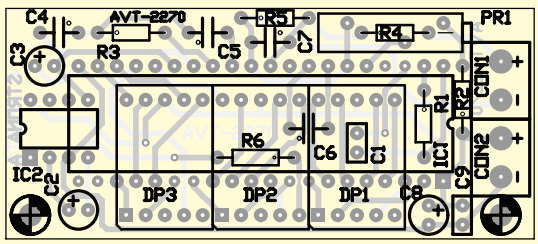
warto stwierdzić, że pojęcia „strony lutowania" i „strony elementów" w naszym układzie utraciły jakikolwiek sens, ponieważ elementy montowane są po obydwóch stronach płytki. Dla ułatwienie montażu strony płytki zostały umownie oznaczone jako „A" i „B" za pomocą napisów na właściwych stronach. A oto prawidłowa kolejność montażu:

1. Jako pierwszy musimy wlutować w płytkę układ IC2 (lub podstawkę pod ten układ). Pominięcie takiej kolejności może znacznie utrudnić, a nawet uniemożliwić wlutowanie w płytkę tego układu. Układ ten montujemy na stronie „A".
2. Następnym elementem, który musimy przylutować jest podstawka pod układ IC1. Stosowanie podstawki pod ten układ jest absolutnie konieczne, ponieważ w jej wnętrzu zamontowane zostanie kilka elementów. Podstawkę montujemy na stronie „B".
3. Po wlutowaniu podstawki pod IC1 lutujemy wszystkie elementy, które znajdują się wewnątrz jej obrysu, czyli kondensatory C1 i C6 oraz rezystory R1 i R6.
4. Dopiero teraz możemy wlutować w płytkę trzy wyświetlacze, oczywiście na stronie „A". Podczas lutowania wyświetlaczy należy uważać, aby nie uszkodzić grotem lutownicy zamontowanych wewnątrz podstawki elementów.

Pozostałe elementy montujemy w zasadzie w dowolny sposób, po stronie „A" lub „B". Ponieważ wysokość kondensatorów elektrolitycznych i złącz CON1 i CON2 przekracza wysokość za-



Rys. 1. Schemat ideowy



Rys. 2. Schemat montażowy

stosowanych w układzie wyświetlaczy, zaleca się wlutować te elementy na stronie „B". Pozwoli to na ewentualne równe dociśnięcie wyświetlaczy do płyty czołowej, a właściwie do wklejonego w wykonany w niej otwór filtru o kolorze właściwym dla zastosowanych wyświetlaczy.

Układ zmontowany ze sprawdzonych elementów nie wymaga uruchamiania, ale jedynie prostej regulacji. W tym celu należy za pomocą potencjometru regulacyjnego PR1 ustawić napięcie dokładnie równe 1V pomiędzy wyprowadzeniami REF HI i REF LO układu IC1. Do ustawienia tego napięcia najlepiej wykorzystać woltomierz cyfrowy dobrej klasy.

Omówienie wymaga jeszcze sprawa oznaczonego na schemacie gwiazdką rezystora R5. Bez stosowania tego rezystora zakres naszego woltomierza będzie wynosił 0...0,999V, co w przypadku zastosowania go do pomiaru napięcia wyjściowego zasilacza jest wartością o dwa rzędy wielkości za małą. Aby uzyskać interesujący nas zakres 0...99,9V należy stokrotnie zmniejszyć napięcie wejściowe. A zatem w takim przypadku rezystor R5 powinien mieć wartość 11,111k. Oczywiście, podane wartości rezystorów są jedynie przykładowe. Możemy zastosować rezystory precyzyjne o innych, zbliżonych wartościach. Ważne jest jedynie, aby stosunek tych wartości pozostał identyczny.

Jednak nie zawsze dzielnik napięcia będzie nam potrzebny. Jeżeli będziemy chcieli zastosować proponowany układ do pomiaru prądu pobieranego z zasilacza, w którym zastosowano rezystor pomiarowy o wartości 0,1Ω, to dołączenie naszego woltomierza bezpośrednio do końcówek takiego rezystora da nam zakres pomiaru prądu do 9,99A. Takie rozwiązanie zostało zastosowane w testowanym obecnie zasilaczu modułowym, którego opis przekażemy czytelnikom w najbliższym czasie.

Zbigniew Raabe

Wykaz elementów

Rezystory
R1: 100kΩ
R2: 1kΩ
R3: 470kΩ
R4: 1MΩ 1%
R5: 11,1kΩ 1% (dla wersji podstawowej)
R6: 1kΩ

Kondensatory
C1: 100pF
C2: 10µF/10
C3, C8: 100µF/10
C4: 220nF
C5: 47nF
C6, C9: 100nF
C7: 10nF

Półprzewodniki
IC1: ICL7107
IC2: ICL7660
DP1 DP3: wyświetlacze siedmiosegmentowe LED, wsp. anoda

Pozostałe
CON1, CON2: ARK2
Podstawki pod układy scalone

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako „kit szkolny" AVT-2270.

Zabezpieczenie głośnika wysokotonowego

c.d. ze str. 56

Przykładowo, jeśli rzeczywista moc głośnika wysokotonowego o oporności 8Ω wynosi powiedzmy 8W (oczywiście moc kolumny jest większa, i wynosi 50 czy 60W), to łatwo obliczyć dopuszczalne skuteczne napięcie ciągłe na tym głośniku:

$$U = \sqrt{P \times R}$$

Dla podanego przypadku:

$$U = 8Vsk$$

Wartość szczytowa przebiegu sinusoidalnego o takiej wartości skutecznej byłaby 1,41 razy większa. Z kolei wartość średnia takiego przebiegu jest 0,63 razy mniejsza od wartości szczytowej. Pomijając drobne różnice i wprowadzając pewien zapas można w uproszczeniu przyjąć do regulacji napięcie stałe równe 100...120% obliczonego napięcia skutecznego.

Niech dla podanego przypadku będzie to 9V.

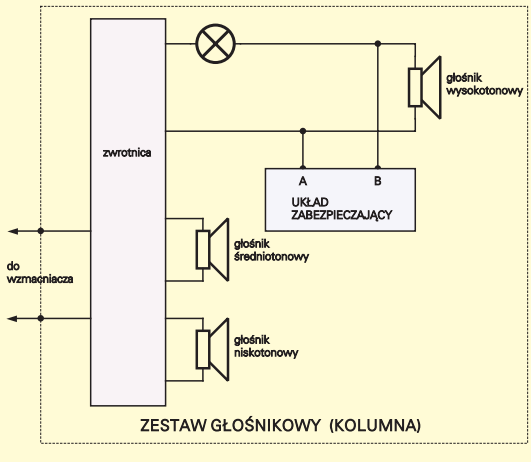
Takie napięcie stałe należy ustalić na wyjściu zasilacza. Suwak potencjometru PR1 zewrzeć do dolnej linii zasilającej (na rysunku 1 w dół). Do wyjścia zasilacza dołączyć połączony szeregowo układ zabezpieczający (dowolna biegunowość) i amperomierz. Pobór prądu punktu powinien wynosić poniżej 1mA. Pokręcając powoli potencjometrem PR1 ustawić próg zadziałania układu – suwak należy powoli przesuwać (na rysunku 1 w górę), aż pobór prądu z zasilacza wzrośnie do 50...100mA.

Taka regulacja całkowicie wystarczy.

Jak widać, regulacja jest prosta. Jedynym problemem może być określenie rzeczywistej mocy głośnika wysokotonowego. W najprostszym przypadku można przyjąć, że głośnik ma rzeczywistą moc równą 10% jego mocy nominalnej podanej w oznaczeniu.

Po dołączeniu do głośnika, przy muzyce pochodzącej ze źródeł naturalnych, nawet przy dużym wysterowaniu dioda D1 nie powinna się zapalać.

Ponieważ układ zabezpieczający działa jak dioda Zenera, dołączenie go wprost do zacisków głośnika wysokotonowego w kolumnie może spowodować niepotrzebne obciążenie wzmacniacza w szczytach wysterowania (wysokich tonów). Dlatego obok opisanego układu zabezpieczającego, należy stosować wspomnianą wcześniej żarówkę w układzie według **rysunku 3**. Może to na przykład być popularna żarówka samochodowa 12V/21W.



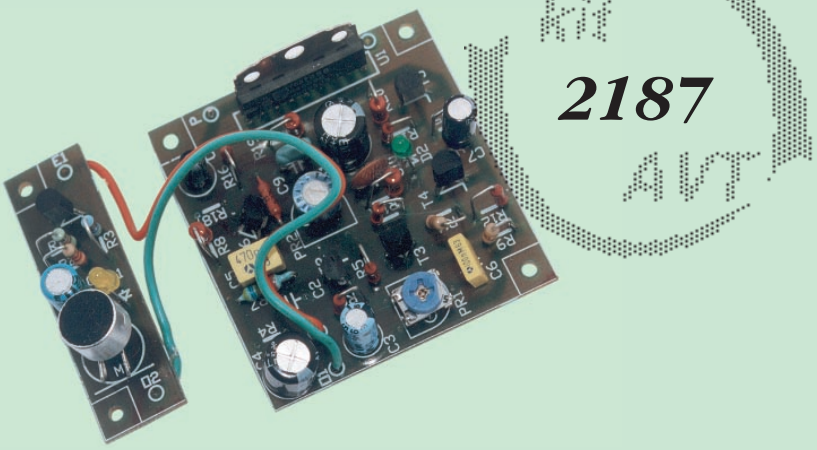
Rys. 3. Dołączenie układu do głośnika

Piotr Górecki
Zbigniew Orłowski

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako „kit szkolny" AVT-2183.

Podsłuch przewodowy

- ✓ rewelacyjna czułość
- ✓ bardzo prosta budowa
- ✓ duża moc wyjściowa
- ✓ bardzo prosta regulacja
- ✓ wbudowany układ automatycznego włączania (VOX)



Do czego to służy?

Zgodnie ze swą nazwą urządzenie niewątpliwie przeznaczone jest do podsłuchiwania. Nie będzie jednak służyć niecnym celom szpiegowskim, przeznaczone jest bowiem do podsłuchiwania małych dzieci, śpiących w swoich pokojach, oraz do monitorowania garaży, sklepów czy jakichkolwiek oddalonych pomieszczeń.

W wielu sytuacjach potrzebna jest informacja o tym, co dzieje się w pokoju dziecka, znajdującym się na innym piętrze lub w pomieszczeniach oddalonych od miejsca przebywania domowników. Opisane urządzenie przyda się na przykład w przypadku, gdy właściciel domu chciałby mieć możliwość podsłuchania w nocy, czy w garażu lub w pomieszczeniach sklepu umieszczonego na parterze nie dzieje się nic podejrzanego.

Najprostsze urządzenie podsłuchowe, włączone przez cały czas, ustawicznym szumem z głośnika i drobnymi hałasami, już po krótkim czasie doprowadziłoby domowników do rozstroju nerwowego. Należy bowiem pamiętać, że każdy wzmacniacz o dużym wzmocnieniu szumi i szum ten jest denerwujący. Zmniejszenie wzmocnienia nie jest żadnym wyjściem, bo układ z założenia musi mieć dużą czułość.

Dobre urządzenie podsłuchowe tego typu nie może cały czas szumieć. W stanie czuwania głośnik powinien być całkowicie wyciszony i ma się odzywać dopiero wtedy, gdy poziom hałasu przekroczy ustawiony próg.

Urządzenie podsłuchowe powinno mieć dwie możliwości sterowania:

- ręcznie w dowolnej chwili (naciśnięcie przycisku)
- automatyczne, gdy w podsłuchiwanym pomieszczeniu pojawi się hałas.

Opisany układ ma obwody umożliwiające oba sposoby sterowania. Rewelacyjna czułość umożliwia ustawienie progu włączania już przy niewielkim hałasie. Będzie to użyteczne do nadzorowania pomieszczeń wyposażonych w nowoczesne okna i drzwi, dobrze tłumiące dźwięki dobiegające z zewnątrz.

Jak to działa?

Schemat blokowy układu pokazano na rysunku 1. Urządzenie składa się z dwóch części połączonych linią dwuprzewodową. Ponieważ linia połączeniowa może być długa (podatna na zakłócenia), i ponieważ wykorzystano mikrofon elektretowy, wymagający zasilania, w części mikrofonowej konieczne okazało się zastosowanie wzmacniacza oraz obwodu zasilania mikrofonu prądem stałym. Tym samym linia dwuprzewodowa pełni podwójną rolę: dostarcza prądu zasilającego do części mikrofonowej i przekazuje wzmocniony sygnał mikrofonu do części domowej.

W części domowej sygnał jest wzmacniany we wzmacniaczu wstępnym i podawany przez potencjometr PR2 i klucz elektroniczny do wzmacniacza mocy. Sygnał ten jest też podawany na dodatkowy regulowany wzmacniacz z prostownikiem, przeznaczony do automatycznego sterowania pracą klucza.

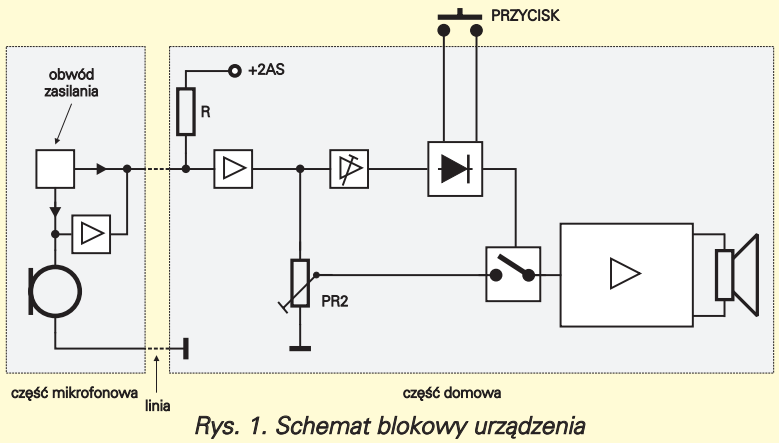
Podczas pracy układ jest cały czas zasilany. Jednak w stanie spoczynku wzmacniacz jest wyciszony, bo klucz elektroniczny nie przepuszcza do niego sygnałów z mikrofonu. Dopiero pojawienie się większego sygnału uruchomi obwód automatycznego włączania i poda sygnał na głośnik.

Przedstawione bloki z łatwością można odszukać na schemacie ideowym na rysunku 2.

Elementy R1, R2 i C1 stanowią obwód zasilania prądem stałym mikrofonu elektretowego. Sygnał z mikrofonu podawany jest bezpośrednio na bazę tranzystora T1. Dla zapewnienia na mikrofonie wystarczającego dla jego pracy napięcia stałego, w obwód emitera tranzystora T1 włączono dodatkową diodę LED D1. Wzmocnienie sygnału z mikrofonu, uzyskiwane w tranzystorze T1 jest wyznaczone stosunkiem rezystancji R4 do R3 i wynosi około 10. Tak wzmocniony sygnał jest mniej wrażliwy na zakłócenia i brum sieciowy, indukujące się w linii.

Jak wiadomo, w linii będzie się indukować zwłaszcza brum – przydźwięk sieci o częstotliwości 50Hz, oraz zakłócenia o częstotliwościach radiowych lub po prostu sygnały stacji radiowych. Dodatkowy kondensator ceramiczny C2 włączony równolegle z rezystorem R4 skutecznie usuwa wszystkie składowe o wyższych częstotliwościach. Bez tego kondensatora na pewno zwiększy się szum w głośniku i być może słychać też będzie silniejsze stacje radiowe. Kondensator ten jest konieczny, a jego wartość można próbować zwiększyć do 47, lub nawet 100nF, sprawdzając dźwięk i poziom szumów w głośniku. W każdym przypadku powinien to być kondensator ceramiczny.

Odebrany z linii sygnał jest wzmacniany w klasycznym wzmacniaczu z tranzysto-



Rys. 1. Schemat blokowy urządzenia

rem T6. Wzmocnienie tego stopnia wyznaczone jest głównie przez stosunek rezystancji PR2 i R18. Elementy R16, R17 i C8 ustalają stałoprądowy punkt pracy tranzystora T1. Obwód R21 C12 jest filtrem odsprzęgajacym obwód zasilania. W układzie występuje jeszcze jeden taki filtr (R8 C4). Filtry takie zapobiegają samowzbudzeniu układu i są potrzebne w każdym wzmacniaczu mającym duże wzmocnienie.

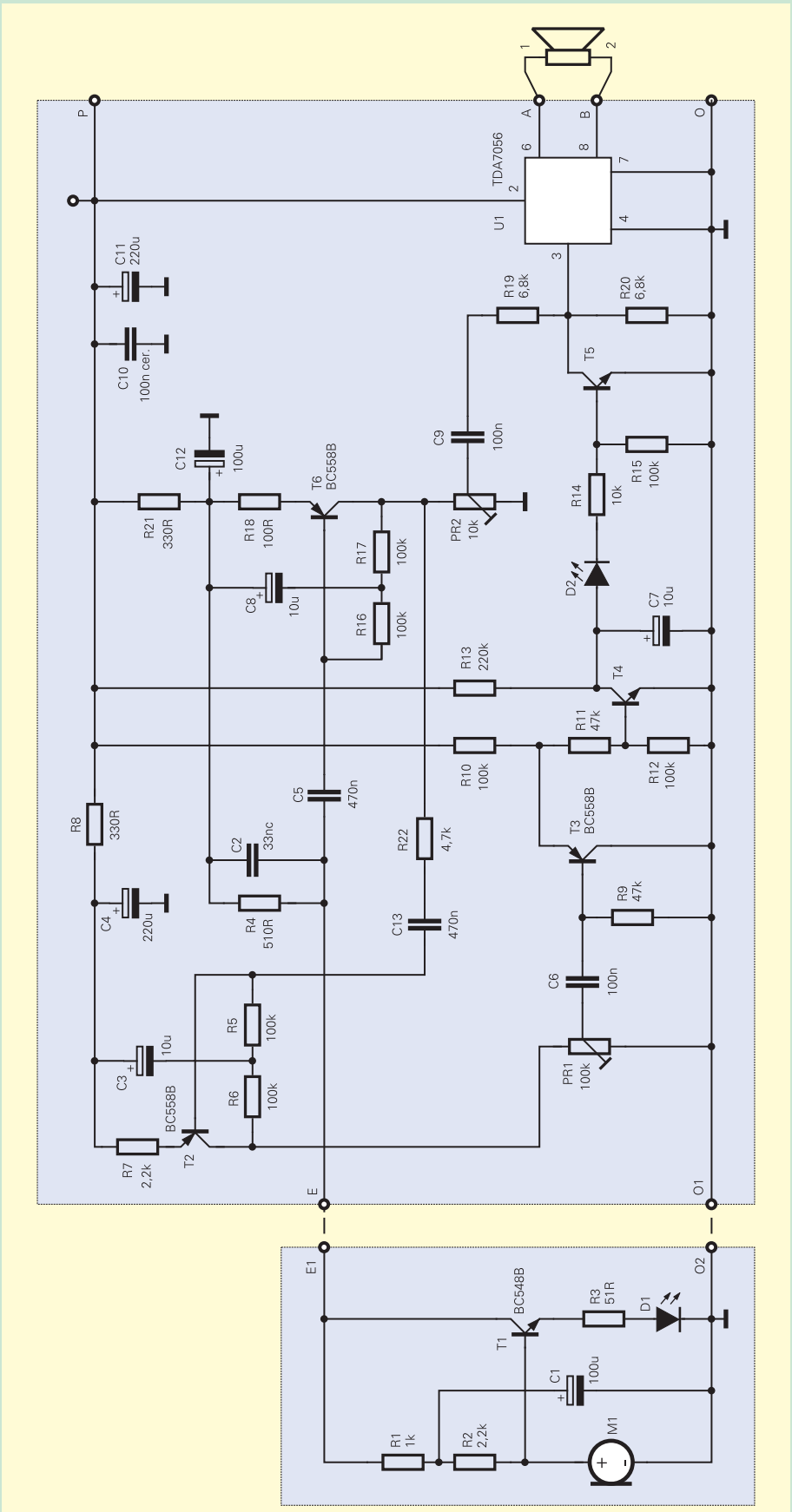
Wzmocniony sygnał z kolektora T6 jest podawany przez potencjometr regulacji głośności do wzmacniacza mocy i głośnika. W roli wzmacniacza mocy zastosowano popularny układ TDA7056, osiągający moc kilku watów. Tak duża moc nie jest konieczna, ale dzięki rezerwie mocy układ bardzo dobrze sprawuje się w praktyce także przy większych sygnałach wyjściowych. W większości przypadków po wykryciu hałasu urządzenie powinno wręcz zaalarmować i może obudzić śpiących domowników. Właśnie do takiego celu doskonale nadaje się zastosowana kostka wzmacniacza mocy 1...3W.

Opisany układ podsłuchowy może być zasilany z dowolnego zasilacza o napięciu 9...15V. W zależności od napięcia zasilania i oporności głośnika uzyska się różną moc wyjściową w głośniku i oczywiście odpowiedni do tego pobór prądu. Jeśli planowane jest wykorzystywanie mocy rzędu 2...3W, to do zasilania nie wystarczy maleńki zasilacz wtyczkowy o napięciu 12V i prądzie 150mA. Taki zasilacz może być zastosowany, jednak wtedy w szereg z (8-omowym) głośnikiem trzeba włączyć dodatkowy rezystor o wartości 6,8...12Ω 0,5W.

Schemat z rysunku 2 nie zawiera przycisku do ręcznego włączania toru. Przycisk taki należy wlutować równolegle do kondensatora C7. Naciśnięcie przycisku uruchomi układ.

W obwodzie automatycznego włączania rolę klucza elektronicznego pełni tranzystor T5. W stanie czuwania jest on polaryzowany przez rezystory R13, R14, R15 i diodę D2, i jest otwarty, czyli zwiera do masy wejście wzmacniacza mocy. Pojawienie się sygnałów zmiennych o odpowiednim poziomie powoduje otwarcie tranzystora T4, rozładowanie kondensatora C7 i zatkanie tranzystora T5. W efekcie sygnał przechodzi do wzmacniacza mocy. W stanie spoczynku tranzystor T4, pełniący rolę... prostownika, nie przewodzi, natomiast podczas odpowiednio dużych dodatnich połówek sygnału zmiennego, tranzystor ten jest otwierany. Ponieważ tranzystor T4 jest otwierany tylko w (dodatnich) szczytach sygnału, potrzebny jest kondensator uśredniający C7. Czas rozładowania tego kondensatora (a tym samym czas potrzebny na otwarcie toru) jest wyznaczony przez rezystancję otwieranego tranzystora T4, natomiast czas ładowania kondensatora C7 (głównie przez R13) wyznacza stałą czasową opóźnienia wyłączania toru. Dioda D2 poprawia właściwości tego obwodu. Wartość kondensatora C7 można zmieniać według upodobania w szerokich granicach.

Pracą klucza elektronicznego steruje wzmacniacz zrealizowany na tranzystorze T2. Czułość (poziom, przy którym klucz jest otwierany) jest regulowana za pomocą potencjometru PR1. Gdyby napięcie stałe na bazie tranzystora T4 w spoczynku było równe zeru, wtedy do otwarcia tego tranzystora (pełnią-



Rys. 2. Schemat ideowy

cego rolę prostownika) potrzebny byłby na bazie sygnał zmienny o amplitudzie większej niż napięcie U_{BE} (czyli większej niż 0,6...0,7V).

Dzięki zastosowaniu na pierwszy rzut oka nietypowego sposobu włączenia tranzystora T3, uzyskano znaczne zwiększenie czułości prostownika. W efekcie tranzystor T4 otwiera się już przy napięciach zmiennych o amplitudzie 0,2...0,3V.

Tranzystor T3 pełni rolę wtórnika. Nie wzmacnia on sygnału. Napięcie stałe na bazie tranzystora T3 jest bliskie masy (wyższe jedynie o kilka, kilkanaście miliwoltów spadku napięcia na rezystorze R9), natomiast napięcie stałe na jego emiterze wynosi około 0,6...0,7V. Dzięki dzielnikowi R11, R12 spoczynkowe napięcie stałe na bazie T4 wynosi około 0,4...0,5V. Przy takim napięciu tranzystor ten praktycznie nie przewodzi, ale do jego otwarcia wystarczy sygnał zmienny o amplitudzie 0,2...0,3V.

Dodatkową zaletą takiego rozwiązania jest fakt, że występuje tu częściowa kompensacja temperaturowa – zmiany temperatury będą powodować współbieżną zmianę napięć baza-emiter obydwu tranzystorów.

Ten prosty chwyt, pozwalający obniżyć próg czułości detektora przez dodanie tranzystora, może być równie dobrze stosowany także w obwodach prądu stałego. Przykładowo wiele zasilaczy ma obwód ograniczenia prądu wyjściowego wykorzystujący tranzystor monitorujący spadek napięcia na szeregowym rezystorze. Do zadziałania takiego obwodu potrzebny jest spadek napięcia 0,6...0,65V, co przy dużym prądzie wiąże się ze znacznymi, niepotrzebnymi stratami mocy. Zastosowanie opisanego właśnie sposobu z dwoma tranzystorami pozwoli pracować przy znacznie mniejszym spadku napięcia, a tym samym mniejszych stratach.

Montaż i uruchomienie

Układ podsłuchowy można zmontować na płytce pokazanej na **rysunku 3**. Płytka składa się z dwóch części – należy ją rozłamać na cześć mikrofonową i domową. Układ nie zawiera żadnych szczególnie wrażliwych elementów i może być montowany w dowolnej kolejności.

Układ zmontowany ze sprawnych elementów powinien od razu pracować. Wykonany układ należy sprawdzić i wyregulować czułość.

W tym celu obie części należy połączyć za pomocą kilku- lub kilkunastometrowego przewodu, zwracając uwagę na biegunowość (punkty E1-E, O1-O2). Dołączyć dowolny głośnik 8-omowy (lepiej 16 lub 25-omowy) o mocy minimum 1W.

Równolegle do kondensatora C7 trzeba dołączyć jakikolwiek przełącznik lub przycisk (albo zewrzeć kawałkiem drutu kondensator C7), aby na początek regulacji otworzyć tor.

Część mikrofonową wynieść do oddalonego pokoju (oddzielonego minimum dwojgiem drzwi) i umieścić w odległości 30...50cm od tykającego zegarka. Starannie zamknąć drzwi. Zamknięcie drzwi jest konieczne ze względu na bardzo dużą czułość układu i możliwość samowzbudzenia wskutek sprzężenia akustycznego.

Potencjometry montażowe ustawić w środkowym położeniu. Podłączyć zasilanie.

W głośniku powinno być słychać cykanie wspomnianego zegarka.

Każdy układ o tak dużym wzmocnieniu będzie trochę szumiał. Dla zmniejszenia poziomu szumów można próbować zwiększyć pojemność C2, ale należy się przy tym liczyć z obcięciem pasma od góry.

Potencjometrem PR2 ustawić potrzebną czułość, chodzi o wzmocnienie sygnału w głośniku. Potem należy rozewrzeć zwarty do tej pory kondensator C7.

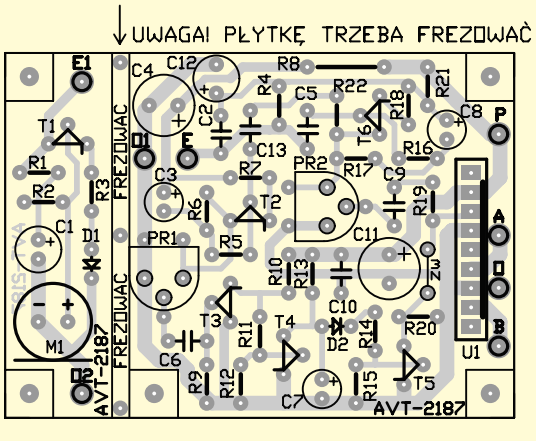
Po rozwarciu kondensatora, zależnie od położenia suwaka potencjometru PR1, sygnał z głośnika może zostać wyciszony. Położenie suwaka PR1 należy tak dobrać, by sygnał w głośniku pojawiał się przy hałasach o głośności odpowiedniej do potrzeb.

Jak z tego widać, potencjometr PR2 służy do ustawienia odpowiedniej głośności w głośniku, natomiast PR1 reguluje próg zadziałania obwodu automatycznego włączania.

Na płytce przewidziano miejsce na potencjometry montażowe PR1 i PR2. Kto chce, może zamiast nich dołączyć przewodami prawdziwe potencjometry (obrotowe).

Jeśli wzmocnienie układu okaże się za duże, można je zmniejszyć, zwiększając rezystancje R18 i R7. Czułość układu modelowego jest bardzo duża, ale gdyby okazało się potrzebne dalsze jej zwiększenie, można zmniejszać wartość R18 aż do zera (zwarcia) a wartość R7 do 1kΩ.

Przy wykonywaniu egzemplarza modelowego nie wystąpiły kłopoty, układ od razu pracował poprawnie.



Rys. 3. Schemat montażowy

Wykaz elementów

Rezystory
R1: 1kΩ
R2: 2,2kΩ
R3: 51Ω
R4: 510Ω
R5,R6,R10,R12,R15-R17: 100kΩ
R7: 2,2kΩ
R8,R21: 330Ω
R9,R11: 47kΩ
R13: 220kΩ
R14: 10kΩ
R18: 100Ω
R19,R20: 6,8kΩ
R22: 4,7kΩ
PR1: 100kΩ miniaturowy
PR2: 10kΩ miniaturowy

Kondensatory
C1,C12: 100µF/16V
C2: 33nF ceramiczny
C3,C7,C8: 10µF/16V
C4,C11: 220µF/16V
C5,C13: 470nF
C6,C9: 100nF
C10: 100n ceramiczny

Półprzewodniki
D1: LED G lub Y
D2: LED G
T1,T4,T5: BC548B
T2,T3,T6: BC558B
U1: TDA7056

Pozostałe
M1: mikrofon elektretowy
płytka drukowana wg rysunku 3

Jedyną trudnością było przypadkowe zamontowanie mikrofonu elektretowego o znacznie obniżonej czułości. Po zmianie egzemplarza mikrofonu układ uzyskał właściwą czułość.

W praktyce duży wpływ na uzyskane efekty będzie miał przewód łączący obie części układu. Ponieważ zazwyczaj będzie to przewód o długości od kilkunastu do kilkudziesięciu metrów, będą się w nim indukować zakłócenia. Do usunięcia zakłóceń o wysokiej częstotliwości posłuży kondensator C2. Ale nie sposób usunąć w podobny sposób brumu sieciowego o częstotliwości 50Hz. Aby nie dopuścić do pojawienia się brumu, należy po prostu zastosować właściwy przewód. W roli przewodu łączącego obie części nie można zastosować zwykłego przewodu, jakiego używają elektrycy. Powinna to być przynajmniej skrętka telefoniczna, ewentualnie ekranowany przewód mikrofonowy (dwie skręcone ze sobą żyły plus ekran). Skrętkę można samemu wykonać nawet z dwóch przewodów wspomnianego kabla stosowanego przez elektryków – chodzi o to, by żyły były ze sobą skręcone. Najprawdopodobniej zastosowanie skrętki pozwoli uniknąć brumu i nie trzeba będzie stosować drogiego kabla ekranowanego.

Piotr Górecki
Zbigniew Orłowski

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako „kit szkolny" AVT-2187.

MIKROFONY

na wesoło

Co to jest mikrofon? Do czego służy? Jak jest zbudowany? Jak się nim posługiwać? Zapewne jako stary fachowiec dziwisz się tym pytaniom, ale nie każdy czytelnik EdW potrafi na nie odpowiedzieć. Pozwól więc, że podam ci dwie definicje. Oto pierwsza:

Mikrofon jest to rurka – metalowa lub plastykowa – pomalowana na srebrzysty kolor stali lub na czarno. W rurze tej znajdują się jakieś druty, magnes znakomicie nadający się do zbierania igieł z podłogi, i coś co zwą membraną. Rurka ta zakończona jest sitkiem. Urządzeniem tym posługują się ludzie, którzy poprzez śpiew, mowę lub granie na instrumentach dają nam do zrozumienia, że czas przełączyć radio na inny zakres.

Jeżeli nie zadowala cię ta definicja, podam ci drugą:

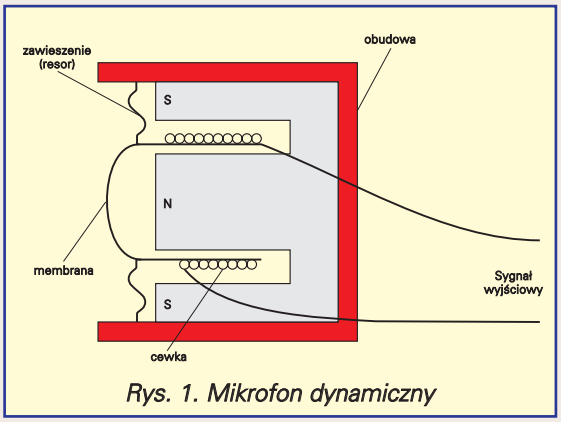
Mikrofon jest przetwornikiem elektroakustycznym przetwarzającym energię akustyczną na elektryczną. Proces przemiany odbywa się w następującej kolejności: Źródło dźwięku (np. piosenkarz, któremu wydaje się, że umie śpiewać) – drgania powietrza – drgania membrany mikrofonu (drży z nerwów słuchając piosenkarza) – przebiegi elektryczne w mikrofonie. Drgania te powodują powstanie w obwodzie elektrycznym mikrofonu prądu zmiennego, o kształcie charakterystycznym dla danego dźwięku. Powstające prądy i napięcia mają wprawdzie bardzo małą wartość, ale za to ich kształt odzwierciedla zmiany ciśnienia związane z danym dźwiękiem.

Naucz się na pamięć tej definicji, która bardziej ci się podoba. Jak ważny jest mikrofon, chyba nikomu nie trzeba tłumaczyć. Bez niego nie mógłbyś słuchać nagrań swojego ulubionego artysty operowego, ewentualnie prelegenta w telewizji, mówiącego o wpływie deszczów podzwrotnikowych na stonkę ziemniaczaną w Górnej Wolcie. Co gorsza, na koncertach musiałbyś stać w pierwszych rzędach (z dala od toalety) żeby cokolwiek słyszeć; bo na cóż potrzebne byłyby potężne wzmacniacze z tysiącami watów, gdyby nie pomoc wszechobecnych mikrofonów. Właśnie dzięki nim „Śpiewać każdy może...".

Aby nie doprowadzać cię do obłędu, w dalszej części artykułu celowo pominąłem wszelkie wzory, zależności i obliczenia. Pojawi się natomiast kilka charakterystyk, rysunków i zdjęć. Bez tego nie da się mówić o mikrofonach.

Wiem, że chciałbyś już mnie spytać: jak można sklasyfikować mikrofony i czym różnią się między sobą?

Mikrofony można sklasyfikować przynajmniej dwojako: ze względu na rodzaj przetwornika użytego do zamiany energii akustycznej na elektryczną, jak również ze względu na charakterystykę kierunkowości.



Rys. 1. Mikrofon dynamiczny

Ze względu na rodzaj przetwornika i sposób przetwarzania drgań membrany na sygnał foniczny, mikrofony dzielimy na:

– magnetoelektryczne (dynamiczne),
– pojemnościowe (elektrostatyczne),
– węglowe,
– piezoelektryczne.

Najbardziej popularne z nich są **mikrofony dynamiczne**. Zasadę ich pracy omawia **rysunek 1**. W mikrofonie dynamicznym elementem ruchowym jest przewód zwinięty w cewkę lub w kształcie wstęgi, poruszający się w pierścieniowej szczelinie magnesu trwałego. Cewka jest mechanicznie połączona z membraną mikrofonu. Działanie wszystkich mikrofonów dynamicznych jest oparte na następującej zasadzie: fala dźwiękowa porusza membraną, do której przymocowana jest cewka. Dzięki temu przewód elektryczny porusza się w polu magnesu trwałego, prostopadle do strumienia magnetycznego i indukuje się w nim siła elektromotoryczna czyli napięcie, inaczej mówiąc powstają przebiegi elektryczne o kształcie odwzorowującym zmiany ciśnienia fali akustycznej.

Odmianą mikrofonu dynamicznego jest **mikrofon wstęgowy**. Wstęga jest równocześnie membraną mikrofonu. Jeżeli chodzi o mikrofon wstęgowy, to trzeba stwierdzić, że wstęga jest dużo lżejsza od membrany i cewki zwykłego mikrofonu dynamicznego, przez co może zapewnić znacznie lepszą jakość dźwięku. Z tego powodu stosowane są chętnie w studiach nagraniowych.

W takim razie, dlaczego mikrofony wstęgowe są mało popularne w porównaniu z dynamicznymi? Powód jest prosty. Mikrofon wstęgowy jest bardziej delikatny a ponadto nie jest odporny na ... grypę. Tak, tak. Zdarzało się, że wstęgę uszkadzał nawet mocniejszy kaszel twojego ulubionego artysty operowego. Artysta zakaszlał i mikrofon ... nieboszczyk. Trzeba jednak uczciwie stwierdzić, że aktualnie produkuje się mikrofony wstęgowe odporne

na tego typu niespodzianki. Poza tym również mikrofony dynamiczne mają bardzo dobre parametry: szerokie pasmo przenoszenia, odpowiednią czułość, różne charakterystyki kierunkowe. Gdy dodamy do tego stosunkowo niską cenę, odporność na warunki klimatyczne – to zrozumiemy, dlaczego cieszą się one dużą popularnością.

Rysunek 1 udowadnia, że mikrofon dynamiczny jest zbudowany podobnie jak głośnik (dynamiczny). Nie jest to przypadek. Oba urządzenia działają na tej samej zasadzie, różnią się tylko kierunkiem zamiany energii: głośnik zamienia energię elektryczną na akustyczną (na drgania powietrza), a mikrofon odwrotnie.

Jeśli jeszcze nie wiesz, to zdradzę ci sekret: każdy, nawet najzwyklejszy głośnik może służyć jako mikrofon. Jeśli nie wierzysz, to sprawdź przy najbliższej okazji. Czasem głośnik rzeczywiście wykorzystywany jest w roli mikrofonu, choćby w niektórych radiotelefonach.

Teoretycznie również mikrofon mógłby służyć jako głośnik. Jeśli masz w domu mikrofon dynamiczny, to podłącz go do źródła jakiegoś niewielkiego sygnału (ale nie do kilku- czy kilkudziesięciowatowego wzmacniacza) i wtedy usłyszysz cichy dźwięk.

Chyba nie trzeba ci tłumaczyć, że w większości przypadków nie warto stosować głośników w roli mikrofonów i odwrotnie, bo uzyskane parametry będą mierne lub nawet beznadziejnie kiepskie.

A jak jest zbudowany i jak działa **mikrofon pojemnościowy**?

Mikrofon pojemnościowy (elektrostatyczny) składa się z dwóch elektrod stanowiących okładziny kondensatora (spójrz na **rysunek 2**). Jedną z elektrod jest membrana z folii plastykowej pokryta jednostronnie metalizowanym tworzywem lub nawet warstwą złota (uprzedzam, że odzysk złota jest nieopłacalny nawet jeżeli ktoś kupi kilka ton mikrofonów). Podczas drgań akustycznych, membrana zbliżając się i oddalając od elektrody stałej zmienia pojemność tak zbudowanego kondensatora. Zmiany pojemności odpowiadające zmianom ciśnienia akustycznego wykorzystuje się do wytworzenia sygnału fonicznego.

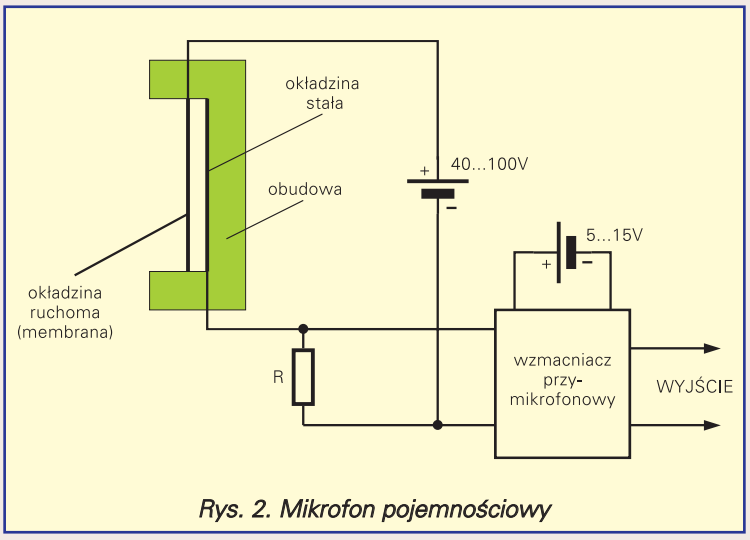
Jak się słusznie domyślasz, pojemność takiego kondensatora jest bardzo mała, rzędu pikofaradów. Być może znasz wzór na reaktancję czy impedancję (ogólnie biorąc – oporność) kondensatora – mała pojemność daje dużą oporność (impedancję). Właśnie ta duża impedancja kondensatora mikrofonu powoduje, że nie można dołączyć do niego bezpośrednio kabla mikrofonowego. Dlatego obciążeniem wkładki (kondensatora) mikrofonu pojemnościowego jest rezystor R o bardzo dużej rezystancji, który współpracuje lub jest częścią specjalnego wzmacniacza przymikrofonowego. Zadaniem tego wzmacniacza jest przekształcenie dużej impedancji wkładki na małą impedancję wyjściową mikrofonu.

Na domiar złego, aby z takiego małego kondensatorka uzyskać sygnał o przyzwoitej amplitudzie, kondensator trzeba koniecznie spolaryzować napięciem stałym o wartości 40...100V. Dlatego mikrofon pojemnościowy zazwyczaj zawiera także przetwornicę niezbędną do uzyskania tego napięcia polaryzującego.

Mikrofon ten wymaga więc niezbędnych napięć stałych zasilających jego wkładkę i układ elektroniczny.

Gdy mówimy o „prawdziwym" mikrofonie pojemnościowym, zazwyczaj mamy na myśli całość, to znaczy nie tylko wkładkę pojemnościową ale także wzmacniacz i przetwornicę napięcia. Wzmacniacz i przetwornica są wbudowane w obudowę mikrofonu pojemnościowego.

Czy słyszałeś już określenie „phantom" (czytaj: fantom) w związku z mikrofonami?



Rys. 2. Mikrofon pojemnościowy

Przed chwilą dowiedziałeś się, że mikrofony pojemnościowe wymagają zasilania. Być może widziałeś już z bliska krajowy mikrofon pojemnościowy MCO–52 czy MCU–53. Zauważyłeś pojemniczek na baterię 6–woltową? A przyjrzałeś się schematowi połączeń przewodu prowadzącego ze wzmacniacza? Mikrofony takie mogą być zasilane z baterii, albo zdalnie przez kabel. Do zasilania wymagana jest oddzielna żyła w kablu. Jak wiesz, wszystkie lepsze mikrofony pracują w układzie symetrycznym, to znaczy, że do przesłania sygnału potrzebne są dwie żyły (nie połączone z masą). Do tego dochodzi masa – ekran kabla, a we wspomnianych krajowych mikrofonach jeszcze jeden przewód do zasilania. Tymczasem typowe kable mikrofonowe mają tylko dwie żyły plus ekran. I właśnie system phantom pozwala zasilić mikrofon przez te dwie żyły, z zachowaniem pełnej symetrii połączenia mikrofonu. **Rysunek 3** pokazuje ideę zasilania mikrofonu w systemie phantom.

Niemal każdy profesjonalny mikser zawiera przycisk(i) oznaczony PHANTOM, który pozwala zasilić mikrofony przez gorące przewody kabla mikrofonowego.

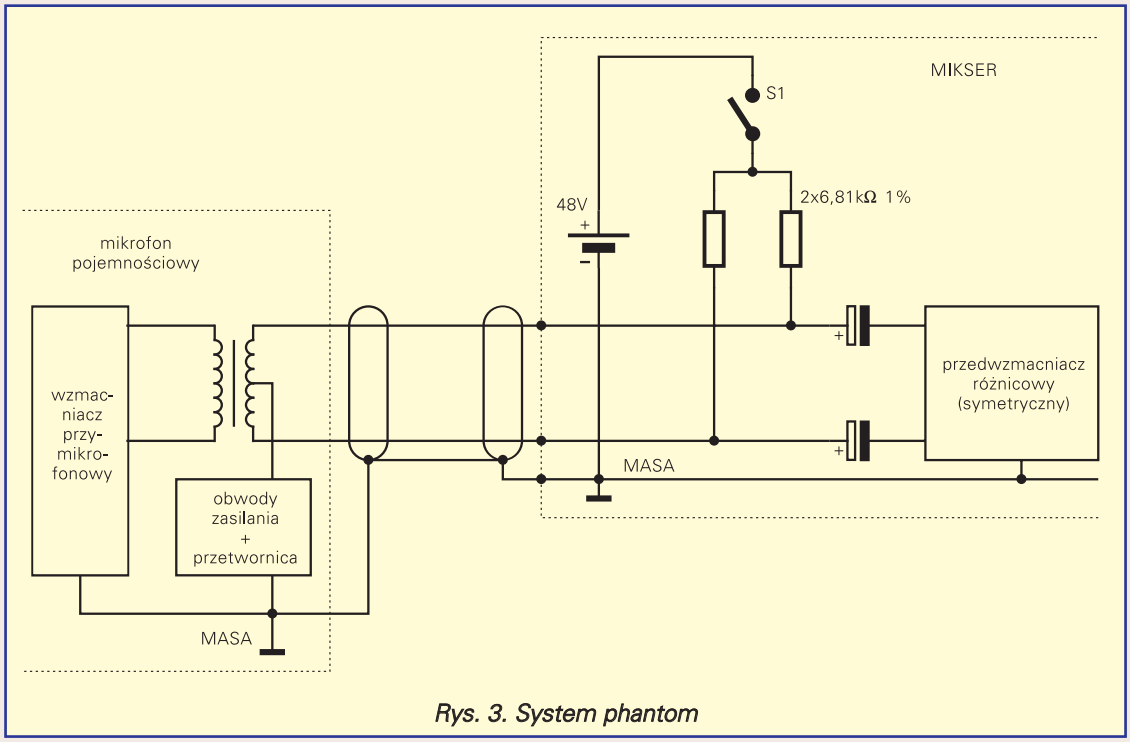
Odmianą mikrofonów pojemnościowych są **mikrofony elektretowe**. Membrana mikrofonu elektretowego też jest kondensatorem, gdzie dielektrykiem (izolatorem) jest specjalny rodzaj ceramiki. Ceramika ta jest trwale spolaryzowana elektrycznie, czyli kondensator zachowuje się dokładnie tak, jakby do jego okładzin było przyłożone napięcie stałe. Jak się domyślasz, mikrofon elektretowy nie wymaga stałego napięcia polaryzującego.

Ale co to znaczy, że dielektryk jest trwale spolaryzowany?

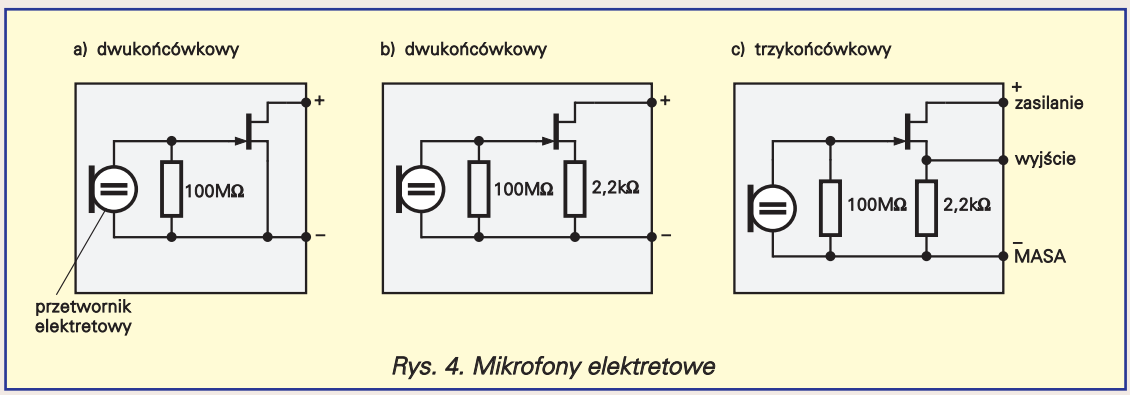
A bawiłeś się kiedyś magnesem? To jest coś podobnego jak w magnesie trwałym. Tylko w magnesie wytworzone jest stałe pole magnetyczne, a w elektrecie – pole elektryczne.

Choć taki elektret nie wymaga zasilania dużym stałym napięciem polaryzującym, to jednak również ma bardzo małą pojemność, a tym samym ogromną oporność (impedancję) i również musi być wyposażony we wzmacniacz przymikrofonowy, czy inaczej – układ transformujący impedancję. Taki wzmacniaczyk jest zwykle bardzo prosty i zawiera tranzystor polowy złączony z kanałem n. Na **rysunku 4** możesz zobaczyć typowe schematy wewnętrzne mikrofonów elektretowych dwu– i trzykońcówkowych.

Nie wiem czy wiesz, że wielkość sygnału uzyskiwanego z mikrofonu dwukońcówkowego nie jest stała, tylko zależy od rezystancji obciążenia. Czym większa rezystancja obciążenia, tym większy sygnał wyjściowy. Ale nie można tu przesadzić. Jak widzisz na rysunku 4a i 4b przez tranzystor polowy musi płynąć jakiś prąd stały, a sygnał zmienny z mikrofonu modulu-



Rys. 3. System phantom



Rys. 4. Mikrofony elektretowe

ła prądowego, więc ma bardzo dużą oporność. Ten sygnał z dodatniej szyny zasilającej przenosi się na punkt A, gdzie po prostu dodaje się do sygnału użytecznego mikrofonu. W rezultacie do wzmacniacza podawana jest taka mieszanka sygnałów. Efektem może być zwiększony poziom szumów, a niekiedy wzmacniacz może się nawet wzbudzić. Nie wchodząc dalej w przyczyny i możliwe skutki, trzeba tylko przypomnieć, że dla uniknięcia takich przykrych niespodzianek proste dwukońcówkowe mikrofony trzeba zawsze włączać w układzie pokazanym na **rysunku 6b**, zawierającym obwód R1C1, filtrujący śmieci mogące przedostawać się przez obwód zasilania (uwaga, na rysunku podano przykładowe wartości elementów R i C, często stosowane w praktyce).

Mikrofony elektretowe mają wiele innych zalet, takich jak: bardzo niska cenę, niewrażliwość na wilgoć, małą wrażliwość na wstrząsy i dużą odporność mechaniczną. Nie ma również niebezpieczeństwa przebicia szczeliny powietrznej między okładzinami, ponieważ ładunek elektryczny związany jest z elektretem. Popularne dwukońcówkowe „elektrety" są też bardzo tanie i często można je kupić w cenie poniżej 1zł.

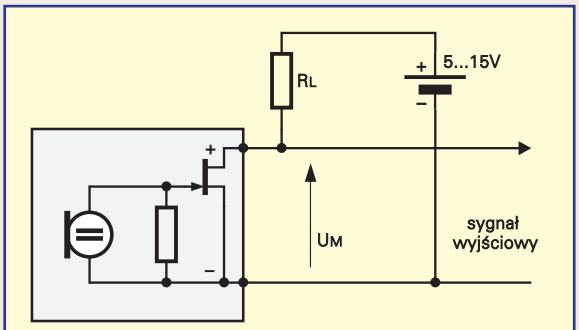
je ten prąd stały. Dlatego stosując mikrofon elektretowy dwukońcówkowy w układzie z **rysunku 5** musisz pamiętać, że ten prąd stały wywoła spadek napięcia na rezystancji obciążenia RL. Ten spadek napięcia nie może być zbyt duży, bo uniemożliwi pracę tranzystora. Jeśli nie wiesz, o co tu chodzi, zapamiętaj tylko końcowy wniosek: na pracującym mikrofonie elektretowym musi występować napięcie UM nie mniejsze niż 1...2V. W praktyce oznacza to, że rezystancja obciążenia RL nie może być zbyt duża – w praktyce maksymalna wartość tej rezystancji wynosi 4,7k, rzadko 10k lub więcej.

Dobrze, żebyś kiedyś sam przekonał się o tym ograniczeniu. Weź kilka dwukońcówkowych mikrofonów elektretowych i zbadaj oscyloskopem ich sygnał wyjściowy w układzie z rysunku 5, przy napięciu zasilania 5V i różnych wartościach rezystancji RL w zakresie 100Ω ...47kΩ. Żeby wytworzyć w miarę czystą sinusoidę polecam ci stary sprawdzony sposób: zagwiżdż spokojnie, ale koniecznie na wdechu, a nie wydechu. Dokładnie sprawdź oscyloskopem, czy kształt sygnału zmienia się zależnie od odległości mikrofonu od ust. Jeśli oprócz amplitudy, zmienia się też kształt (spłaszczenie jednej strony sinusoidy), oznacza to pojawienie się zniekształceń.

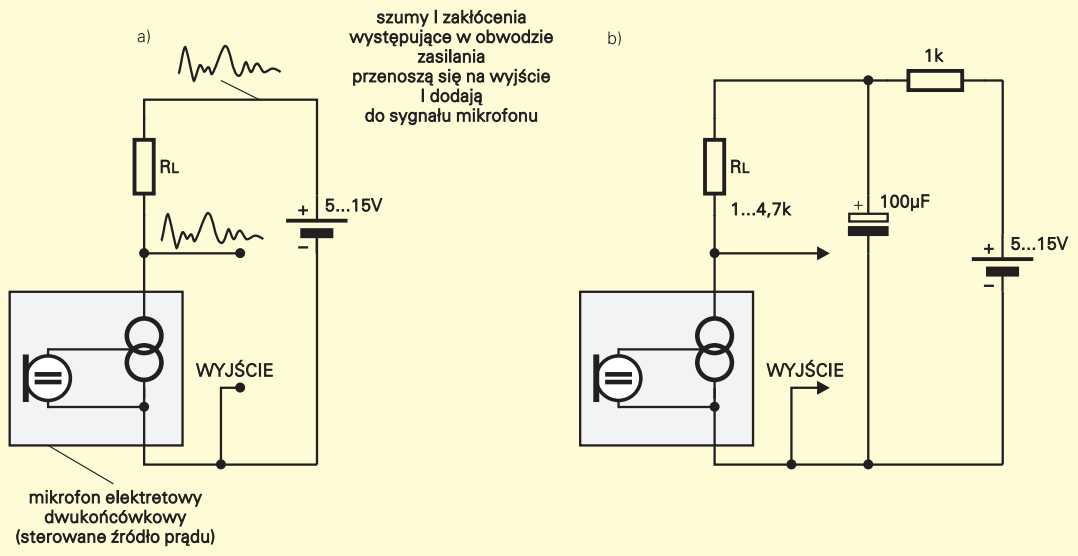
Przy okazji jeszcze jedna bardzo ważna sprawa.

W praktycznych układach napięcie zasilające nie jest zwykle idealnie odfiltrowane. Przyczyną jest nie tylko niedoskonałe tłumienie przez zasilacz tętnień i innych śmieci przedostających się z sieci energetycznej, ale również chwilowe zmiany poboru prądu przez układ.

W rezultacie na dodatniej szynie zasilającej (w stosunku do masy) występują jakieś przebiegi zmienne. Pokazano to na **rysunku 6a**. Ponieważ dla przebiegów zmiennych mikrofon jest rodzajem źród-



Rys. 5. Prosty układ pracy mikrofonu elektretowego dwukońcówkowego



Rys. 6. Praktyczny układ pracy mikrofonu elektretowego dwukońcówkowego

Może dlatego w świadomości wielu elektroników określenie „mikrofon elektretowy" jest synonimem tandety. Ale powinieneś wiedzieć, że mikrofony elektretowe są też używane w studiach radiowych i telewizyjnych. Oczywiście nie są to mikrofony pochodzące z Dalekiego Wschodu i kosztujące złotówkę za sztukę, tylko wyroby znanych firm. Przykładowo Tonsil produkuje przyzwoite i niedrogie mikrofony elektretowe, wyposażone dodatkowo w indywidualnie zmierzoną częstotliwościową charakterystykę przenoszenia obejmującą zakres 20Hz...20kHz.

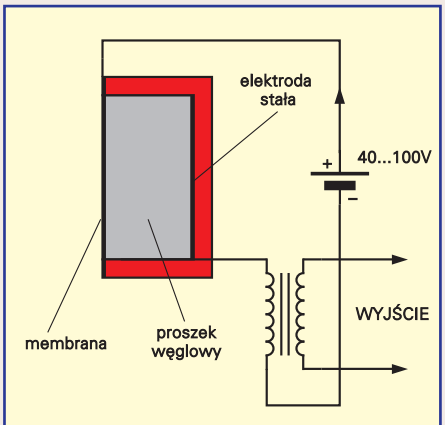
Jednakże omówione wcześniej „prawdziwe" mikrofony pojemnościowe z polaryzacją zewnętrzną przewyższają mikrofon elektretowy znacznie większą wiernością przetwarzania dźwięku, jak również większą czułością i odpornością na przesterowania.

A co powiedzieć o **mikrofonach węglowych**? Nie jest prawdą, że ze względu na nazwę są szczególnie ulubionymi mikrofonami w kopalniach i elektrociepłowniach. Nie jest także prawdą, że mogą służyć jako opał. Ale mimo tej poważnej wady mają (a właściwie miały) kilka zalet: są dość odporne mechanicznie, wyróżniają się wyjątkowo dużą skutecznością (czyli bardzo dużym sygnałem wyjściowym), prostotą konstrukcji oraz niską ceną. Te właściwości sprawiły, że przez dziesięciolecia znajdowały zastosowanie w urządzeniach telefonicznych. Jednak ze względu na duży poziom szumów, spiekanie się proszków węglowych i niestabilność pracy nigdy nie były używane w torach fonicznych wysokiej jakości.

Zasada pracy mikrofonu węglowego przedstawiona jest na **rysunku 7**. Działanie jego oparte jest na zmianach rezystancji proszku węglowego pod wpływem ucisku wywieranego przez membranę. Przez komorę z proszkiem węglowym i uzwojenie pierwotne transformatora jest przepuszczony prąd stały z pomocniczego źródła (kolejny mikrofon, który wymaga zasilania, i to dość dużym prądem). Wskutek zmian rezystancji proszku węglowego wartość prądu ulega wahaniu w takt drgań membrany. W uzwojeniu wtórnym transformatora występuje napięcie zmienne – sygnał foniczny. Polecam ci ten mikrofon, jeżeli nie umiesz zbyt dobrze śpiewać. Zawsze potem możesz zwalić winę na mikrofon.

Ale mikrofonu takiego chyba nie kupisz już w żadnym sklepie – musisz wydłubać wkładkę mikrofonową ze starego aparatu telefonicznego.

Pozostał nam jeszcze **mikrofon piezoelektryczny**. W mikrofonie tym wykorzys-



Rys. 7. Mikrofon węglowy

tuje się właściwości niektórych kryształów i materiałów ceramicznych, polegające na wytwarzaniu napięcia między elektrodami nałożonymi na płytkach z tych materiałów pod wpływem odkształcenia mechanicznego. Płytka z materiału piezoelektrycznego może być poddana drganiom bezpośrednio przez oddziaływanie fal dźwiękowych lub pośrednio przez zastosowanie pomocniczej membrany połączonej z nią mechanicznie.

Dawniej przetworniki piezoelektryczne stosowane były w tańszych gramofonach. Były to tak zwane przetworniki krystaliczne (w odróżnieniu od dużo lepszych – magnetycznych). Mikrofony piezoelektryczne nie zdobyły szerszej popularności. Jeśli nie jesteś i nie będziesz elektroakustykiem, być może nigdy w życiu nie spotkasz się z prawdziwymi mikrofonami z przetwornikiem piezoelektrycznym.

Mikrofony piezoelektryczne znajdują ograniczone zastosowanie w urządzeniach wysokiej jakości za względu na wpływ wilgoci i zależność od temperatury. Zbyt duża temperatura powoduje trwałe zmiany w ich działaniu. Ponadto wykazują bardzo dużą impedancję wewnętrzną o charakterze pojemnościowym, co utrudnia łączenie ich długimi przewodami i obciążenie małymi impedancjami. Szeroko natomiast stosowane są jako mikrofony, a ściślej biorąc – przetworniki, w instrumentach akustycznych. Takie przetworniki mogą zupełnie nie przypominać znanych nam mikrofonów.

Skorzystaj z tych mikrofonów, gdy w wolnych chwilach od czytania EdW pragniesz głośno pograć na swojej gitarze, trąbie lub ulubionym przez sąsiadów puzonie.

Słusznie domyślasz się, że mikrofonem jest też każda membranka piezo od przetwornika sygnalizacyjnego. Pamiętaj o tym, bo może czasem wykorzystasz ją w nietypowej roli mikrofonu a nie sygnalizatora.

Ciąg dalszy w kolejnym numerze EdW.

Zbigniew Orłowski

• **Audio 67**
• **ISDN, elektronika łatwa i przyjemna 72**

Audio

Kolejki przed sklepami RTV należą do przeszłości. „Wieża" Diory czy Foniki, amplituner Radmora, kaseciak Kasprzaka i Altusy przestały być obiektami naszego pożądania. Nawet dawny asortyment Pewexu – produkty japońskich firm – niekoniecznie jest dzisiaj tym, o czym marzy audiofil.

Na naszym rynku pojawiło się w ostatnich kilku latach ponad stu producentów sprzętu Hi-Fi z całego świata. Nawet dla największych pasjonatów niektóre marki są mało znane; tym bardziej dla „zwykłych" klientów, wybór w salonach ze sprzętem audio wydaje się trudny do ogarnięcia. Sprzedawcy pytani – „a co to za firma?" – z trudem udzielają satysfakcjonujących odpowiedzi.

Wielu potencjalnych klientów pozostaje więc przy popularnych japońskich markach, nie chcąc ryzykować zakupu produktów firm mało znanych. Jednak jest wśród nich wielu producentów renomowanych, czy wręcz sławnych z najwyższej jakośc produktów, którzy wcześniej byli w Polsce nieobecni z powodu niedorozwoju naszego rynku.

Japońscy producenci zajmują na świecie silną pozycję na rynku urządzeń niskiej i średniej klasy, natomiast w wyższych i najwyższych sferach spotyka się częściej marki europejskie i amerykańskie. Podział nie jest jednak ostry. Niektóre firmy japońskie docierają ze swoimi najlepszymi i najdroższymi produktami bardzo wysoko, a wiele firm brytyjskich oferuje bardzo ciekawe i warte uwagi urządzenia średniej klasy. Natomiast z tylko nielicznymi wyjątkami spełniona jest reguła, że w produkcji zespołów głośnikowych wyspecjalizowały się firmy nie-japońskie.

Przygotowaliśmy katalog stu kilkudziesięciu firm, których produkty są dostępne na naszym rynku. Zastrzegamy, że nie są to wszystkie firmy – kilka mogliśmy pominąć nieświadomie, kilka świadomie – gdy ich znaczenie na naszym rynku audiofilskim jest aktualnie zupełnie pomijalne.

Wszystkie firmy japońskie mają w swoich ofertach w zasadzie wszystkie komponenty systemów Hi-Fi – wzmacniacze, odtwarzacze CD, magnetofony, tunery, amplitunery, często już rejestratory MD, jak również zespoły głośnikowe.

W pierwszej części naszego przeglądu przedstawiamy ponad kopę firm – tuzin japońskich potentatów i 50 firm „reszty świata" – producentów „elektroniki". Za miesiąc 50 producentów zespołów głośnikowych.

Zachodnioeuropejscy i amerykańscy producenci urządzeń Audio często wyróżniają się specjalizacją – w odróżnieniu od producentów japońskich rzadko ofe-

Wzmacniacz z Francji – YBA

rują pełen asortyment urządzeń. Szczególnie wyraźnie widać to w przypadku zespołów głośnikowych, co pozwoliło dokonać podziału.

Ale i oferta producentów elektroniki nie przypomina oferty firm japońskich. Firmy europejskie i amerykańskie tylko w pojedyńczych przypadkach mają w swoich katalogach tunery, jeszcze rzadziej amplitunery, nie wspominając już o magnetofonach, ktore tam niemal doszczętnie wymarły.

Dominują wzmacniacze i odtwarzacze CD, a więc urządzenia, które (wraz z zespołami głośnikowymi) są podstawą audiofilskich systemów. W zamian za ilość modeli w katalogu – otrzymujemy wysoką jakość, często o niebanalnym wzornictwie.

Prostota doceniana przez audiofilów – brytyjski Exposure

W rubryce „specjalizacja" zaznaczyliśmy rodzaj urządzeń, z których dany producent jest najbardziej znany. W niektórych przypadkach jest to jedyny rodzaj urządzeń, które produkuje (np. Art Line – wzmacniacze lampowe, Struss – wzmacniacze tranzystorowe), ale w większości jest to kategoria najlepiej ocenianych urządzeń danego producenta (np Audiolab produkuje również odtwarzacze CD i tuner, ale jest słynny dzięki doskonałym wzmacniaczom; Krell produkuje również wzmacniacze zintegrowane i odtwarzacze CD, ale kojarzony jest z potężnymi końcówkami mocy; Meridian produkuje również wzmacniacze, ale ma ceniony jest zwłaszcza za najwyższej klasy urządzenia cyfrowe – odtwarzacze, procesory).

Gdy producent nie wyróżnia się tak wyraźnie w swojej specjalizacji, zaznaczaliśmy zwykle wzmacniacz i odtwarzacz, gdyż większośc firm na te urządzenia kładzie główny nacisk, choć może produkować również inne – np. Arcam oferuje również procesory kina domowego i tunery.

Niektóre firmy mają w ofercie również wartościwe zespoły głośnikowe, wówczas zaznaczaliśmy „system", choć wcale nie oznacza to, aby konieczne było kupowanie całego systemu danej firmy (za miesiąc przedstawimy 50 firm, które produkują niemal wyłącznie zespoły głośnikowe).

Na temat każdej z wymienionych firm można by napisać wiele zdań dokładniej charakteryzujących kształt oferty, i wcale nie byłaby to lektura nudna, bowiem producenci europejscy i amerykańscy mają silnie zindywidualizowane profile – kilka zdjęć obok dobrze ilustruje, jak bardzo potrafią się oni odróżniać od (choćby wzorniczo) od producentów japońskich, którzy nie wykraczają poza wąskie ramy – czarnych, ewentualnie srebrnych klocków, na srebrnych nóżkach. Warto zainteresować się bardziej oryginalnymi propozycjami, chociaż siła przyzwyczajenia i obawa przed nowym i nieznanym często skłaniają nas do wędrowania utartymi, nudnymi szlakami. Dla najodważniejszych – produkty młodych polskich firm, które nawiązują walkę z renomowanymi producentami zachodnimi.

Firmy, które zajęły w Polsce szczególnie mocną pozycję, przestawiamy z krótkim komentarzem. W tabeli zaznaczyliśmy, od ilu lat producent jest obecny w Polsce, i jaki jest stopień spopularyzowania jego produktów w Polsce (w skali 1-5). Chodzi przy tym nie znajomość marki przez audiofilskie rzesze, ale o dostępność oferty w krajowych salonach Hi-Fi. Znak zapytania postawiliśmy przy firmach oferujących najdroższe produkty – tzw. Hi-End. Trudno o obecność tych urządzeń w wielu sklepach, nieraz można się z nimi zapoznać tylko w siedzibie dystrybutora, co jest sytuacją zupełnie normalną. W tabeli przedstawiliśmy również, jakie są orientacyjne ceny urządzeń (w skali 1-5). Pułapy zostały określone (w przybliżeniu) następująco: poniżej 1000zł (za pojedyńcze urządzenie) – 1pkt, w zakresie 1000zł-2000 zł – 2 pkt, 2000zł-5000zł – 3 pkt, 5000zł-20000zł – 4 pkt, powyżej 20000zł – 5 pkt. Przykład – jeśli producent ma w swoim asortymencie urządzenia w cenie od 1500zł do 20000zł, otrzymuje punktację 2-4.

Dane te są szacunkowe; pojawiają się wciąż nowe produkty, ceny ulegają zmianom, niektore produkty stają się coraz częściej spotykane w sklepach, inne tracą na popularności, ale tabela „pięćdziesięciu" powinna pomóc w ogólnym rozeznaniu. Tabelę uporządkowaliśmy alfabetycznie.

Wzmacniacz nowej polskiej firmy – Struss

Tuzin japońskich liderów:

AIWA
DENON
JVC
KENWOOD
LUXMAN
ONKYO
PANASONIC/TECHNICS
PIONEER
ROTEL
SONY
TEAC
YAMAHA

Lampowy wzmacniacz z Kanady – Anthem

Są wśród nich wielcy – Sony, Panasonic, bardzo duzi – Denon, Pioneer, i nieco mniejsi – Luxman, Rotel. Wśród audiofilów zaufanie do określonej marki wcale nie jest wprost proporcjonalne do jej znaczenia i popularności na rynku masowym...

50 wybranych firm nie-japońskich, które mają swoich przedstawicieli w Polsce:

	Kraj pochodzenia	Ile lat w Polsce/ Popularność	Zakres cen	Specjalność
ALCHEMIST	Wlk. Brytania	5/3	3-5	Wzmacniacze
ANTHEM	Kanada	1/1	4	Wzm. lampowe
ARCAM	Wlk. Brytania	5/4	2-3	Wzm., odtw.
AUDIO AGILE	Niemcy	1/1	3-4	Systemy
AUDIO NOTE	Japonia/Wlk.Brytania	5/?	4-5	Wzm. lampowe
AUDIOMECA	Francja	1/1	3-5	Odtwarzacze
AUDIO RESEARCH	USA	3/?	5	Wzm. lampowe
AUDIOLAB	Wlk. Brytania	2/3	3-4	Wzmacniacze
BOW TECHNOLOGIES	Dania	1/?	4-5	Wzm., odtw.
BURMESTER	Niemcy	1/?	4-5	Systemy
CAMBRIDGE AUDIO	Wlk. Brytania	4/2	2-3	Wzm., odtw.
CARY	USA	1/?	4-5	Wzm. lampowe
CONRAD-JOHNSON	USA	2/?	4-5	Wzm. lampowe
COPLAND	Dania	2/3	3-4	Wzm., CD
CR DEVELOPMENTS	Wlk. Brytania	4/1	3-4	Wzm. lampowe
DENSEN	Dania	4/3	3-4	Wzmacniacze
DPA	Wlk. Brytania	4/1	3-5	Wzm., CD
ELECTROCOMPANIET	Norwegia	3/1	3-4	Wzmacniacze
EXPOSURE	Wlk. Brytania	3/2	3-4	Wzmacniacze
FASE	Włochy	2/1	3-4	Wzm., odtw.
GRYPHOON	Dania	4/?	5	Wzm. mocy
JEFF ROWLAND	USA	1/?	5	Wzm. mocy
KRELL	USA	1/?	4-5	Wzm. mocy
MARANTZ	Holandia	7*/5	1-5	Wzm., odtw.
MARK LEVINSON	USA	2/?	5	Wzm.mocy,CD
MBL	Niemcy	1/?	4-5	Systemy
MERIDIAN	Wlk. Brytania	5/?	4-5	Odtw., proc.
MICROMEGA	Francja	4/2	3-4	Odtwarzacze
MUSICAL FIDELITY	Wlk. Brytania	7/4	2-4	Wzmacniacze
MYRYAD	Wlk. Brytania	1/1	3	Wzm., odtw.
NAD	Wlk. Brytania	7/5	1-3	Wzmacniacze
NAIM	Wlk. Brytania	4/1	3-5	Wzm., odtw.
ONIX	Wlk. Brytania	3/1	3-4	Wzmacniacze
PATHOS	Włochy	3/?	4	Wzm.lampowe
PLINIUS	N. Zelandia	1/1	3-5	Końc. mocy
PRIMARE	Dania	1/2	3	Systemy
PRO-JECT	Czechy/Austria	1/1	1-2	Gramofony
PROCEED	USA	2/?	4-5	Systemy, proc.
REGA	Wlk. Brytania	1/1	2-4	Gramofony
REVOX	Szwajcaria	1/?	3-5	Systemy
ROKSAN	Wlk. Brytania	3/1	3-4	Systemy
SONIC FRONTIERS	Kanada	1/?	4-5	Wzm.lampowe
SOUND PROJECT	Polska	2/2	2-3	Wzmacniacze
SYSTEMDEK	Wlk. Brytania	a2/1	2-3	Gramofony
STRUSS	Polska	2/2	2-3	Wzmacniacze
SUGDEN	Wlk. Brytania	4/2	3	Wzmacniacze
THULE	Dania	1/2	3	Systemy
UNISON RESEARCH	Włochy	5/?	4	Wzm. lampowe
WADIA	USA	5/?	5	Odtwarzacze
YBA	Francja	2/1	3-4	Wzmacniacze

1.

2.

3.

4.

5.

6.

Z pięćdziesiątki – dziesiątka najciekawszych.

ALCHEMIST PRODUCTS

Stosunkowo młoda firma z Londynu, zadebiutowała kilka lat temu szokującym wzorniczo wzmacniaczem Kraken; do dzisiaj produkty firmy nie straciły niecodziennego wyglądu. Początkowo firma proponowała tylko wzmacniacze zintegrowane i końcowki mocy, rok temu przedstawiła swój pierwszy odtwarzacz CD – Nexus (3600 zł), który został dobrze oceniony przez ekspertów. Największa duma firmy to jednak wzmacniacze – przedwzmacniacz The Pre, końcówki mocy The Mono (monobloki) i The Stereo, kosztujące po kilkadziesiąt tysięcy zł.

1 – pierwszy i najsłynniejszy wzmacniacz Alchemista – Kraken (z prawej strony odseparowany zasilacz)

2 – pierwszy odtwarzacz – Nemesis

ARCAM

Urządzenia umiarkowane w cenach, mogą być pomostem między japońskimi produktami rynku masowego a osobliwościami w rodzaju Alchemista. Wzornictwo nie odbiegające daleko od swojskiego stylu japońskiego, duża funkcjonalność (regulacje barwy, zdalne sterowanie). Trzon oferty to kilka wzmacniaczy i odtwarzaczy CD z przedziału 2000 – 4000 zł, ostatnio pojawiły się pierwsze wielokanałowe wzmacniacze-procesory przeznaczone do systemów kina domowego.

3 – typowy wzmacniacz Arcama – skromny, standardowo wyposażony w funkcje

AUDIOLAB

Wizytówka brytyjskiego Hi-Fi. Urządzenia bardzo skromnie wyposażone w funkcje, ale jednocześnie solidnie skonstruowane. Wspaniałe wzmacniacze, wielokrotnie nagradzane przez różne gremia krytyków – m.in. nagroda EISA dla wzmacniacza 8000A. Następcą 8000A jest jeszcze lepszy 8000S (cena ok. 4000zł). Ponadto w ofercie bardzo dobry przedwzmacniacz 8000Q i końcówki mocy 8000M, bardzo dobry i bardzo drogi tuner, jeden zintegrowany odtwarzacz CD, a także oddzielny transport i przetwornik CD.

4 – prosty w funkcjach, doskonały w brzmieniu – Audiolab 8000S

COPLAND

Młoda duńsko-szwedzka firma, która swoją błyskotliwą karierę rozpoczęła od skromnej oferty kilku wzmacniaczy lampowych. Ponieważ jednak wzmacniacze lampowe – z natury dość drogie – nie chcą się sprzedawać w takich ilościach jak wzmacniacze tranzystorowe, więc dwa lata temu firma zaczęła ewoluować. Najpierw powstał „kompromisowy" – hybrydowy wzmacniacz CSA 14 (lampy w obwodach wejściowych, tranzystory na wyjściu), a wkrótce potem w pełni tranzystorowy CSA 8 (ok. 4000 zł). W ciągu ostatniego roku firma wkroczyła również na pole techniki cyfrowej – dzisiaj w ofercie są już 3 odtwarzacze CD w cenach od 5000 do 9000 zł. Trudno nie zachwycić się estetyką urządzeń Coplanda – w dobrym, starym stylu, z grubymi aluminiowymi frontami i masywnymi pokrętłami.

5 – najlepszy odtwarzacz Coplanda – CDA288, tylko z dwoma dużymi pokrętłami nawiązuje do tradycyjnego wzornictwa wzmacniaczy. Większość funkcji dostepna jest na pilocie.

DENSEN

Duński konkurent Coplanda. Od początku z tranzystorami, ale bez sprzężenia zwrotnego. Oferta dość skromna, ale jest w niej jeden bestseller – najtańszy wzmacniacz zintegrowany Beat 100 (ok. 3500 zl). Trudno pomylić wzmacniacze Densena z jakimikolwiek innymi – na przednim panelu znajdują się dwie wielkie złote gałki (jedna to przełącznik źródeł, druga – regulator wzmocnienia). Od kilku lat Densen obiecuje również odtwarzacz CD, który jednak do tej pory nie ujrzał światła dziennego.

6 – najtańszemy Densenowi nie brak elegancji – Beat 100 nie da się pomylić z żadnym wzmacniazem z Japonii.

MARANTZ

Związany z Philipsem, ale adresowany do bardziej wymagającego klienta. Potentat na miarę największych producentów japońskich – o podobnym, szerokim asortymencie i charakterystyce produktów. Zaczynamy więc od urządzeń za kilkaset złotych, kończymy na pułapie kilku tysięcy. Rozpoczął praktykę udoskonalania standardowych modeli do postaci „SE" (Special Edition), co okazało się wielkim sukcesem marketingowym (modele SE niemal bez wyjątków cieszyły się dużym wzięciem). W ostatnim sezonie nagroda EISA za wzmacniacz PM66SE, jednak wśród audiofilów największym powodzeniem cieszą się odtwarzacze CD.

W ofercie nie brakuje też amplitunerów, tunerów i magnetofonów.

7 – odtwarzacze Marantza, podobne we wzornictwie do urządzeń japońskich, cieszą się dużym uznaniem audiofilów.

7.

MUSICAL FIDELITY

Kolejny autorytet z Wysp Brytyjskich. Przede wszystkim wzmacniacze. Rok temu wprowadzono serię urządzeń „X", o zupełnie niekonwencjonalnym kształcie – zamiast znanych płaskich pudełek... wałki!

W wałkach zmieszczono przedwzmacniacze, wzmacniacze słuchawkowe, korektory (rzecz absolutnie nietypowa dla brytyjskiego producenta), i urządznie zupełnie nowego typu – lampowy pośrednik między odtwarzaczem CD a wzmacniaczem, dopasowujący impedancję urządzeń. Akualnie w wałki, odpowiednio duże, pakuje się już kompletne wzmacniacze. Poza urządzeniami „X", które jednak mniej odważnym klientom nie muszą przypaść do gustu, w ofercie znajdują się urządzenia o spokojnych kształtach.

8 – X-10D – „brakujące ogniwo" między odtwarzaczem CD a wzmacniaczem, zapoczątkował nową serię urządzeń Musical Fidelity.

8.

NAD

Jedna z pierwszych nie-japońskich firm, która pojawiła się na polskim rynku na początku jego wolnorynkowego rozwoju (8 lat temu). Zdobyła sobie dużą sympatię i popularność, dzięki odświeżającej, zdroworozsądkowej filozofii produktu. Zamiast świecidełek i bajerów – ascetyczne, szare pudełka i najczęściej bardzo dobra relacja jakości dźwięku do ceny. NAD to jeszcze tańszy od Arcama sposób na wyrwanie się z kręgu urządzeń japońskich. Szczególnie godne polecenia wzmacniacze – aktualny przebój to NAD 312 (1100 zł).

9 – NAD 312 – następca wzmacniacza NAD 3020, który produkowany był przez 14 lat, i sprzedany w ilościach ponad miliona egzemplarzy na całym świecie dzierży rekord sprzedawalności aż do dzisiaj. Nie zagroził mu żaden Sony, Technics ani Pioneer... Słyszał Pan o czymś takim?

9.

MARK LEVINSON

Absolutny top. Również cenowy. Amerykańska potęga przemysłu Hi-End. Wspaniałe wzmacniacze (końcówki mocy i przedwzmacniacze). Flagowym produktem Levinsona są monobloki No.33, ważące ponad 200 kg, dostarczające 2700W na obciążeniu 1Ohma na kanał, kosztujące półtora miliarda starych złotych za parę. Dla początkujących hi-end-filów – 10-razy tańsza końcówka No.331. Również w technice cyfrowej Levinson ma wiele do powiedzenia, dwa lata temu zdobył nagrodę EISA za procesor-przetwornik D/A.

10 – Końcówka mocy (jedna ze skromniejszych) No.332 i odtwarzacz No.39 – najtańszy ofercie firmy, kosztujący „tylko" 22000 zł.

10.

CARY

Trudno nie przyznać, że wzmacniacze lampowe mają wiele uroku, a konstrukcje Cary należą wśród nich do najpiękniejszych. Firma szczególnie promuje ortodoksyjne rozwiązanie konstrukcyjne „single ended" (mała moc, piękne brzmienie), ale w bardzo bogatej ofercie znajdują się również bardziej wydajne push-pull.

Ceny wzmacniaczy zaczynają się od kilku tysięcy zlotych, kończą na kilkudziesięciu. Ostatnio firma zaproponowała swój pierwszy odtwarzacz CD – i jest to urządznie o tyle rzadkie, że obok techniki cyfrowej znalazły dla siebie miejsce... oczywiście lampy – w wyjściowym torze analogowym.

11 – zdjęcie Cary.

11.

Andrzej Kisiel

ISDN

część 3

Elektronika łatwa i przyjemna

Witam ponownie w świecie usług ISDN.

Wszystko co dobre, to się szybko kończy, w związku z tym w tym artykule zakończymy prezentację usług, z których będziesz mógł skorzystać jako abonent cyfrowych central telefonicznych oferujących ISDN. Nie martw się jednak młody czytelniku, gdyż właśnie Ty możesz swoją inwencję twórczą rozwinąć w stronę telekomunikacji i za jakiś czas, swoje pomysły, które przyjdą ci do Twojej wyedukowanej głowy, w sieci ISDN zrealizujesz. Do szerokiej gamy usług oferowanych dzisiaj będziesz mógł dodać te, które wymyślisz, a które będą potrzebne i możliwe do zrealizowania jutro. Idea rozwoju usług sieci ISDN jest na to przygotowana. Natomiast my, póki co pozostańmy w tym artykule przy tych, które zostały do tej pory wymyślone i uruchomione przez innych.

„Kończ waść, wstydu oszczędź" jak powiedział Kmicic do Wołodyjowskiego, kiedy ten zwlekał z zakończeniem pojedynku. My też będziemy chcieli skończyć z usługami, a więc... szable w dłoń.

Rejestracja krótkiej informacji

Czyżby innymi słowy – elektroniczna poczta głosowa, znana już użytkownikom telefonów komórkowych. Nie tylko. Używając literek na klawiaturze swojego aparatu, o których pisałem w poprzednim odcinku, ktoś może ci przesłać informację przy pomocy – UWAGA! – „znaków alfanumerycznych". Tak właśnie młody czytelniku nazywają się literki i cyferki, których używa się wklepując je do centrali albo i do aparatu, że o komputerze nie wspomnę, bo cóż to cię obchodzić może. Kiedy potem przyjdziesz do domu i podejdziesz do aparatu, to na wyświetlaczu LCD zobaczysz skierowaną do siebie informację np. „Zadzwoń do mnie i nr telefonu". Zapytasz, a gdzie ta informacja siedzi i czeka na ciebie? Ano siedzi cichutko zamknięta w jakiejś kostce (pamięci) właśnie w twoim aparacie. A że niby dlaczego ma to być „krótka informacja"? Bo ta pamięć w twoim aparacie to nie jest znowu aż tak wielka. Czyli ktoś może pod Twoją nieobecność zostawić ci w aparacie krótką wiadomość, tak jak teraz w automatycznej sekretarce, tylko w aparacie wszystko jest zapamiętywanie w układach scalonych, a nie na taśmie magnetofonu, jak w naszych sekretarkach.

Jak widzisz, twój upragniony aparat ISDN to nie będzie jedynie pudełeczko ze słuchawką i klawiaturą, tylko zaawansowana technologia, dlatego zamiast „aparat" możesz się napotkać w literaturze fachowej słowo „terminal". W sieci usług ISDN (i nie tylko) tym mianem określa się urządzenie końcowe dołączone do twojego gniazdka na ścianie, bez względu na to czy będzie to komputer czy właśnie aparat telefoniczny.

Poczta elektroniczna

Wyobraź sobie, że chcesz wysłać komuś zdjęcie i list. Możesz to zrobić przy pomocy naszej poczciwej poczty wrzucając jak zwykle kopertę do czerwonej skrzynki na listy. Proste. Ale ty jesteś przecież abonentem ISDN, więc korzystasz z elektronicznej skrzynki pocztowej. Umieszczasz zatem elektroniczną korespondencję dla adresata w specjalnie wydzielonym dla tego celu urządzeniu, które zwykle znajduje się w centrali leżącej najbliżej adresata. Nie musi zatem być uruchomiony odpowiedni terminal adresata aby ten otrzymał korespondencję. Odbierze ją sobie w dowolnej chwili. Napisałem, że w skrzynce poczty elektronicznej możesz zostawić informację w formie listu. Nie tylko, byłbym niewdzięcznikiem gdybym zataił informację, że możesz pozostawić wiadomość w formie komunikatu słownego. Forma korespondencji zależna jest od rodzaju dostępnej „skrzynki elektronicznej".

A czym ma się różnić ta usługa od poprzedniej? Ano tym, że wcześniej informacja była magazynowana w Twoim aparacie, a teraz chodzi o informacje magazynowane gdzieś w pamięci (komputera) centrali. Tę informację musisz po przyjściu do domu ściągnąć z tej centrali.

Wysyłanie po 3 minutach sygnału informacyjnego

Jak sama nazwa usługi wskazuje, abonent dzwoniąc w obrębie lokalnej strefy numeracyjnej, słyszy króciutki sygnał po upływie każdych 3 minut. Abyś nie był długo w błogim stanie nieświadomości powiem jedynie (a może tylko przypomnę), że 3 minuty to czas zaliczenia jednego impulsu taryfikacyjnego w połączeniu lokalnym. A połączenie lokalne to takie gdzie jeden abonent jest odległy od drugiego nie dalej niż 25 kilometrów, lub też należy do wspólnej strefy numerycznej. Ta wspólna strefa to numeracja miejska, a okoliczne miejscowości widziane od strony miasta, i odwrotnie, to już inna strefa numeracyjna (lub taryfikacyjna, bo oba te terminy występować mogą zamiennie). Jest to usługa super, gdyż sygnał informuje ile czasu już rozmawiasz, a gdy jeszcze umiesz w pamięci dodawać lub mnożyć, to od razu wiesz ile złotóweczek przegadałeś.

Numery zabronione

Mówiąc krótko – elektroniczne walenie po łapach.

Przedsmak tej usługi mieliśmy przy omawianiu ograniczeń m.in. w ruchu międzymiastowym kiedy, jak pamiętasz czytelniku, rodzice młodzieży w wieku maślanych oczu (właśnie o sobie czytasz) robili wszystko aby ograniczyć wydawane na rachunki pieniądze. W tamtej usłudze można było zablokować grupę numerów, gdyż blokując np. cyfrę „0" unieszkodliwialiśmy cały ruch międzymiastowy. Jest to pożyteczne, ale nieszczęśliwe w przypadku gdy domownik, dajmy na to twój czytelniku tata, ma np. telefon komórkowy i byłoby Ci na pewno niewymownie głupio, gdybyś nie mógł porozmawiać z domowego telefonu z rodzonym tatą. Przy prostym zablokowaniu numerów zaczynających się na "0", w życiu się nie dodzwonisz się do swego rodzica mknącego autem (koniecznie z zestawem głośnomówiącym) po Twój wyśniony i ukochany rower górski, aby mu jeszcze raz przypomnieć jakiego musi być koloru. Usługa, o której teraz mówimy, pozwala na blokadę wybranego zestawu cyferek, które nie pozwalają na kontakt z pewnym miastem, ale umożliwiają rozmowę z aparatem komórkowym naszego przykładowego taty. Nie znaczy to, że zablokujesz wszystkie połączenia międzymiastowe. Możesz zablokować konkretny kierunek tzn. dodzwonisz się bez problemu do Krakowa ale już nie pogadasz np. z sołtysem z Wąchocka.

Licznik kontrolny

Czytałeś już na pewno o rozliczaniu rozmów telefonicznych czyli „billingu". Jak pamiętasz znajdują się tam wszystkie informacje o zestawionych połączeniach, czasie trwania itp., natomiast ta usługa daje bieżącą informację o zaliczonych impul-

sach taryfikacyjnych. Licznik kontrolny to po prostu drugi licznik impulsów, zainstalowany u Ciebie w domu. Pierwszy znajduje się na centrali i dzięki niemu urząd telekomunikacyjny wie ile przegadałeś – według niego jesteś rozliczany. Mając pod ręką taki drugi licznik i ty będziesz szczęśliwym posiadaczem bieżącej informacji o ilości zaliczonych (przegadanych) impulsów taryfikacyjnych, i to właśnie na bieżąco, zanim otrzymasz rachunek za telefon.

Wywołanie niemożliwe do realizacji

Coraz częściej możesz zaobserwować a raczej usłyszeć tę usługę, próbując dodzwonić się do kogoś komu zmieniono numer telefonu. tzn. dodano jakąś cyferkę przed numerem, który do tej pory był w użyciu. Jest to komunikat wysyłany abonentowi wywołującemu połączenie, w którym jest informowany, że i owszem, połączenie zostanie zrealizowane ale pod warunkiem wybrania jednej bądź kilku dodatkowych cyferek. Posłużmy się przykładem. Do niedawna dzwoniliśmy do Mińska Mazowieckiego, na przykład do Mariana, wybierając numer kierunkowy „0 – sygnał – 256" i później bezpośrednio czterocyfrowy miejski numer abonenta. Kiedy unowocześniono centralę telefoniczną, w słuchawce można było usłyszeć, że miejskie numery abonenckie do tej pory czterocyfrowe, zostały zmienione na sześciocyfrowe, oraz zmianie ulega numer kierunkowy do Mińska z numeru „0-256" na „0-257". Dzięki tej usłudze, Marian nie musiał obdzwaniać wszystkich swoich znajomych (a ma ich trochę więcej niż ja i ty razem wzięci), tylko po to, aby im podać nowy numer do siebie. Zrobiła to za niego nowoczesna centrala telefoniczna. (W związku z tym, że edukuję cię czytelniku telekomunikacyjnie, powiem ci, że takie numery kierunkowe lub inne cyferki używane do wywoływania lub uruchamiania przeróżnych usług nazywają się „prefiksy" i takim najprostszym prefiksem jest cyferka „0" dzięki której możesz dostać się na łącza międzymiastowe.)

Innym zastosowaniem omawianej usługi jest kontrola, czy dobrze wybrałeś numer telefonu. Może się zdarzyć, że wybrałeś cyferkę, której nie ma w numerach telefonów w twojej miejscowości, wtedy usłyszysz informację, że połączenie nie może być zrealizowane bądź nie ma takiego numeru. Kiedy numer się zgadza, ale ruch jest spory i w jednym czasie większość abonentów chce zadzwonić np. do Śródmieścia (to taka dzielnica w Warszawie), w słuchawce znajdą informację „Kierunek zajęty". Mała to co prawda pociecha, że słyszymy o zajętości kierunku, a nie słyszymy chcianego abonenta, ale wygodna, gdyż wiemy dlaczego sobie teraz nie porozmawiamy. Miejmy nadzieję, że przy rosnącej przepustowości sieci ISDN taka informacja o zajętości kierunku stanie się powoli kolekcjonerskim rarytasem.

Automatyczna słowna informacja o opłatach

Usługa bardzo podobna do tej, opisanej wyżej. Korzyść z niej mogą odnieść wszyscy, ale przede wszystkim osoby, które borykają się z nieszczęściem braku wzroku. Tobie, młody czytelniku, nawet trudno sobie wyobrazić świat bez kolorów i codziennych widoków. Twórcy sieci zintegrowanej usługowo, pomyśleli o tych, którym taki komunikat słyszalny w słuchawce, ułatwi życie. Dla nas, widzących, jest to ciekawostka, ale wszystkim osobom pozbawionym wzroku na pewno ułatwi korzystanie z telefonu, gdyż na bieżąco będą wiedzieć jak wygląda ich rozliczenie.

Obsługa aparatów samoinkasujących

Wyobraź sobie, że możesz u siebie w domu zainstalować automat telefoniczny. Będzie to taki automat z własnym numerem, na który ktoś będzie mógł się dodzwonić (inny niż większość obecnych automatów, na które nie da się dzwonić, bo między innymi nie mają swego własnego numeru). Mając taki automat, nie będziesz otrzymywał comiesięcznych rachunków za telefon. Ale za bardzo się nie ciesz. Z dzwonieniem z niego będzie pewien kłopot, jeżeli akurat nie będziesz miał karty telefonicznej lub żetonów (wszystko zależy od tego jaki model sobie powiesisz), ale przestanie być to niedogodnością jeżeli podpowiem ci, że będzie to aparat przeznaczony jedynie dla Twoich licznych gości, którzy do tej pory beztrosko nadużywali twojej dobroci i cierpliwości. Ty sam oczywiście również będziesz mógł z niego korzystać i rozliczać się przy pomocy karty telefonicznej. Jest to jak widzisz nieco ekscentryczna usługa. Ale czegóż się nie robi dla przyjaciół, prawda?

Zwielokrotniony numer abonenta

Nad wyraz przyjemna usługa. Wyobraź sobie młody człowieku, że oto masz w domu aparat telefoniczny dołączony do sieci ISDN. Pójdźmy dalej: jesteś również posiadaczem komputera, który również jest podłączony do tej sieci ISDN. W swoim szczęściu nie zapomnij też o faksie – to już trzecie urządzenie. Pamiętasz jak opisywaliśmy możliwość pilnowania wody w akwarium, aby rybki nie zdechły? Z tym kontrolerem dla rybek mamy już cztery urządzenia połączone z centralą cyfrową, umożliwiającą czerpanie radości z usług ISDN.

Czy chcesz jeszcze coś podłączyć?

Bardzo proszę. Podłączamy czytnik licznika energii elektrycznej.

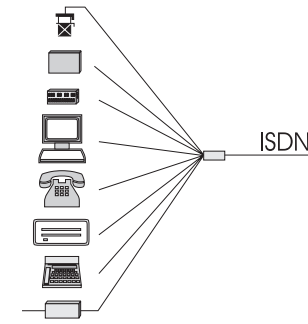
Czy jeszcze coś?

Służę uprzejmie. Już podłączam ci terminal do odbioru teleksów.

Nie chcesz już nic więcej?

Szkoda, bo zostały jeszcze dwie możliwości, które możesz wykorzystać.

Porachowałeś już ile urządzeń może zostać podłączonych do sieci usług? Zgadza się, osiem. I teraz uważaj! Te osiem urządzeń podłączonych do **j e d n e g o** gniazdka komunikującego ciebie z centralą, będzie pracować bezkolizyjnie (UWAGA!) **w tym samym czasie i w tej samej chwili**. Jak to możliwe? Dzięki temu, że każde z nich ma swój numer identyfikacyjny i obsługiwane jest cyfrowo. Możesz więc w tym samym czasie rozmawiać przez telefon, odbierać informację teleksową, klepać w klawisze przy komputerze i otrzymywać jeszcze inne informacje. To właśnie jest zwielokrotnienie numeru abonenta.



Teleteks

Złapałem cię! A tobie wydawało się, że to ja zrobiłem błąd, albo w Redakcji EdW ktoś nie dopatrzył i znikła literka „t" na końcu wyrazu. Nie, nie żaden tam "teletekst", tylko właśnie teleteks! Kropka.

Doszliśmy tutaj do usług telefonicznych w klinicznie czystej, cyfrowej postaci. Pierwowzorem jest tu niewątpliwie teleks. Jeśli jesteś bardzo młody, to może nigdy nie widziałeś teleksu, czegoś w rodzaju skrzyżowania maszyny do pisania z telefonem. Przez sieć telefoniczną przesyła się tam kody, odpowiadające literom (tylko małym) i kody znaków specjalnych, powodujące na przykład przejście do następnego wiersza, i gdzie dla lepszej zrozumiałości tekstu, często nowe zdanie zaczyna się od nowej linii. Możesz sobie wyobrazić jakie to (było) marnotrawienie papieru? Pewnie możesz, bo jak znam życie, też udaje ci się zmarnotrawić, od czasu do czasu, kawałek kartki na której jest tylko kawałeczek tekstu.

Natomiast teleteks pozwala otrzymywać informacje tekstowe urozmaicone

i wzbogacone o kolorki i znaki semigraficzne. Znów przesyłane są tylko kody znaków, kolorów i znaków semigraficznych. Znaki semigraficzne to m.in. duże i małe litery, których teleksy standardowe nie rozróżniały oraz „kawałki grafiki" z których od biedy można złożyć coś co przypomina grafikę. Coś podobnego masz dziś w telewizji – podobnie jest z telegazetą, tam też przesyłane są kody liter, cyfr i znaków semigraficznych.

Dzięki przesyłaniu tylko kodów znaków, znakomicie zmniejsza się ilość przesyłanych informacji.

Dodam tylko, że nie musisz drukować od razu tego nowoczesnego teleksu (co musiało nastąpić w przypadku starych, tradycyjnych metod). Możesz go sobie zachować w pamięci tak długo jak tylko chcesz, a gdy uznasz za stosowne by ujrzał światło dzienne w drukowanej postaci (z czego rad byłby pan Gutenberg), to go sobie wydrukujesz. Teleks ten przyleci bowiem do ciebie jako transfer danych w trybie „pamięć – pamięć".

Telefaks grupy 4

Tak nadzwyczaj mądrze nazywa się ta usługa. Jest to ni mniej ni więcej tylko przenoszenie w formie cyfrowej, graficznego obrazu dokumentów. Niby to samo co w dzisiejszych faksach – obraz dokumentu jest zamieniony linia po linii na postać cyfrową i przesyłany do drugiego takiego faksu. A niby dlaczego „grupy 4"? Bo taki nowoczesny faks będzie w pełni cyfrowy. I zapewne będzie „rozumiał" dzisiejsze faksy, pracujące w systemie z analogowym sygnałem. Będzie też rozróżniał (i drukował) kolory.

Teleteks/Telefaks

Jak sama nazwa wskazuje, jest to mieszanina ostatnich dwóch usług. Możesz zapytać po co to potrzebne, gdy przecież poprzednie usługi pomagały ci przyjmować i teleksy i faksy. Otóż generalnie rzecz ujmując, idea pracy sieci ISDN to coś, co ułatwia życie i przyspiesza działanie. W tym konkretnym przypadku przyspieszono jeszcze bardziej przesyłanie dokumentów zawierających tekst i grafikę. Ta radosna mieszanka- czyli teleteks/telefaks, zajmuje się osobno znakami alfanumerycznymi i osobno grafiką. Dzieli więc, jak się zorientowałeś, dokument na dwie części. Ta część zawierająca litery a więc tekst, jest przesyłana sposobem używanym przy teleteksie, a druga część dokumentu zawierająca elementy grafiki (np. logo firmy i podpis dyrektora) jest zamieniana na postać cyfrową i wysyłana jak przy użyciu faksu.

Oszczędzamy mnóstwo czasu gdyż narzędzia do cyfrowego przedstawienia obrazu tekstu pracują z mistrzowską biegłością i to samo możemy powiedzieć o zestawie narzędzi do cyfrowego przedstawienia grafiki.

Możesz mi wierzyć, że znakomicie przyspiesza to transfer danych.

Wideoteks

Nad wyraz sympatyczna uciecha oferowana przez ISDN.

W podstawowej swej postaci przewidziana jako wizualizacja baz danych, banków informacji itp., z których abonent może korzystać gapiąc się na ekran swojego terminala. Ale połączenie telefoniczne to rozmowa w dwie strony, w związku z tym przynajmniej na niektóre dane abonent wpływać powinien. Skoro powinien to i może. Dzieje się to przy pomocy klawiatury, w którą pracowicie jako wspomniany abonent możesz bębnić. Nie wszędzie będziesz miał dostęp ale np. zakupy będziesz mógł zrobić. Do zakupów, a w zasadzie do płatności za nie będziemy musieli jeszcze za parę chwil wrócić, pozostańmy natomiast przy tym „wideo". Usługa ta pomału się przy pomocy techniki rozwija i teraz możesz już oglądać obrazy o bardzo dobrej rozdzielczości np. reprodukcje obrazów z muzeów lub ilustracje z kart encyklopedii. Docelowo będziesz tutaj miał dostęp do... czego? Na pewno się ucieszysz gdy się dowiesz, że do bibliotek filmów wideo. A więc gnajmy do następnej możliwości.

Wideofonia

Tak, tak. Nie na darmo widzę błyszczące oczy i drżące z emocji ręce.

W porządku, nie będę cię dłużej męczył.

Zgadza się.

Będziesz mógł przy pomocy połączenia telefonicznego najpierw wybrać a potem obejrzeć film.

Ale po kolei. Kiedy uruchamiano tę usługę, miała służyć do transmisji foni i wizji, ale wizji jak to określano „wolnych obrazów". Te „wolne obrazy" to np. wideokonferencja przeprowadzana między uczestnikami umiejscowionymi w różnych częściach świata. Można wtedy dyskutować nad rysunkami, grafiką itp. i dzięki temu na bieżąco wprowadzać uzgodnione poprawki. Co prawda można mieć zastrzeżenia do jakości oferowanego obrazu ale technika idzie naprzód i na pewno niedługo nie będzie tego problemu, tym bardziej, że ISDN rozwija się w stronę sieci szerokopasmowej a więc umożliwiającej zmieszczenie wielu danych, w kanałach transmisji o wielkiej przepustowości. Te niedogodności jak na razie dotykają zwykłych śmiertelników ale popatrz niżej...

Jako ciekawostkę powiem ci, że ta możliwość sieci ISDN jest już wykorzystywana w Hollywood do przesyłania opracowanych fragmentów filmów do studia, gdzie są zgrywane. Na pewno orientujesz się, że w dobie komputerów większość efektów specjalnych jak np. wizyta Forresta Gumpa w Białym Domu u prezydenta Kennedy'ego, jest „produkowanych" w pamięci tych urządzeń. Nie na planie filmowym tylko w pracowniach informatyków. Informatycy, czyli w tym wypadku elektroniczni spece od filmowych oszustw, efekty swej pracy wysyłają do np. Paramount Pictures przy pomocy centrali telefonicznej. Normalnie nie do uwierzenia! Łącze takie co prawda musi spełniać bardzo wysokie wymagania transmisyjne, ale jak widzisz przy pomocy ISDN, taka uciecha jest już wykorzystywana w codziennym życiu filmowców.

Potwierdzenie karty kredytowej

Właśnie minęło parę chwil od czasu gdy umówiliśmy się, że wrócimy do płatności za dokonane zakupy. Może jeszcze nie wiesz, ale na świecie bardzo popularne stało się płacenie kartami kredytowymi... bez wychodzenia z domu!!! Wszystko przez telefon.

Ale my teraz mówimy o pomocy, skierowanej do tych abonentów sieci ISDN, którzy prowadząc działalność gospodarczą są m.in. narażeni na oszustwa związane z kartami kredytowymi. Ty masz firmę, która sprzedaje towary i większość klientów płaci ci korzystając z kart kredytowych. Wszystko w porządku, tylko niektórzy klienci to zwykli oszuści, mający puste, lub prawie puste konta. Istnieje co prawda możliwość sprawdzenia konta w banku, z którego powinny zostać przelane pieniądze, ale bank w imię dyskrecji za skarby świata nie powie sprzedawcy, czyli Tobie, w sumie osobie, która nie jest właścicielem konta, czy ono jest już puste, czy jeszcze z niego można korzystać. Teoretycznie mógłbyś sprawdzać to idąc do banku, ale ile by to trwało? Sprawdzenie wypłacalności klienta, przy stojącej do kasy kolejce, jest nie do zrealizowania z powodu lawinowo wzbierających u kolejkowiczów emocji. Trzeba kartę i kwotę zakupów zarejestrować a potem czekać aż banki przeprowadzą operacje na kontach. Czasami nie ma co przeprowadzać. Tymczasem dzięki opisywanej usłudze telefonicznej w błyskawicznym czasie będzie można sprawdzić, czy operacja się uda czy nie. Wystarczy wprowadzić cenę zakupów i kazać sprawdzić czy na koncie jest wystarczająca ilość pieniędzy. Tajemnica wysokości konta zostaje zachowana, po-

nieważ urządzenie nam wartości konta nie pokazuje, bo i po co? Nas to nie interesuje. Nas interesuje tylko, czy klient ma czym zapłacić za dropsy.

Drugim przypadkiem może być sytuacja odwrotna, gdy Ty chcesz coś kupić i musisz potwierdzić stan konta. Powiedzmy, że chcesz „ściągnąć" do siebie do domu po łączach ISDN jakiś film, albo program komputerowy, ale zażądano zapłaty. Proszę uprzejmie, wkładasz kartę do czytnika i .... rozparty wygodnie w fotelu otwierasz paczkę chipsów czekając chwilę na film.

Transmisja danych

O mały figiel byłbym zapomniał o tej usłudze, a przecież jest ona nierozerwalnie związana z możliwościami oferowanymi przez cyfrowe centrale telefoniczne. Dzięki niej mogą być realizowane połączenia i wymiana informacji między dwoma komputerami, oraz jeżeli tego będziesz chciał, między komputerem a dowolnie wybranymi sieciami komputerowymi. Transmisja danych przebiega praktycznie w każdym dołączonym do gniazdka ISDN urządzeniu, więc kiedy wyposażysz swój komputer w peryferia takie jak drukarka, skaner, kartę wideo itp. to będziesz mógł realizować funkcje pozostałych terminali ISDN.

Telewizja

Na pewno rozdrażniłem cię możliwościami korzystania z bibliotek wideo a tu następna usługa związana z fotelem, chipsami i ... awanturą w domu, że lekcje jeszcze nie odrobione, a ty pleśniejesz przed telewizorem. Na razie możesz uspokoić rodziców, bo ta usługa rozwinie się dopiero wtedy, kiedy dostępna będzie sieć szerokopasmowa, a to jeszcze nieco potrwa. Dostrzegłeś na pewno taką potrzebę, (wykorzystania sieci szerokopasmowej), bo i programów telewizyjnych robi się coraz więcej i przybywa filmów, które chciałbyś obejrzeć. Nie wiem czy rodzice będą podzielać twój pogląd i zapał do wykorzystania możliwości związanych z tą usługą, ale jestem pewien, że nie będą mieli nic przeciw temu, żeby w rozsądny sposób z niej korzystać.

Telealarm

Dotarliśmy tym sposobem do usług nadzoru, o których istnieniu dowiedziałeś się przy okazji omawiania obsługi abonenta nieobecnego. Pamiętasz zapewne, że musiałeś zaprogramować działanie jakiegoś urządzenia i centrala sprawowała nad nim pieczę. Teraz doszliśmy do momentu kiedy nic nie musisz ze swojej strony robić. Usługa jest uruchamiana automatycznie bez żadnego działania z twojej strony. Ty musisz tylko zainstalować czujniki, jeżeli chcesz korzystać np. z ochrony przeciwwłamaniowej lub przeciwpożarowej. W przypadku odebrania alarmu z czujników zainstalowanych u ciebie, odpowiednie służby są natychmiast informowane o rodzaju alarmu. Jest to bardzo pożyteczna usługa gdyż dzięki niej można będzie uniknąć wielu tragedii, np. na bieżąco monitorując stan sieci gazowej oraz kontrolując zainstalowane w mieszkaniach ogrzewanych gazem lub węglem, detektory tlenku węgla.

Telealert

Usługa działająca w kierunku odwrotnym od opisanej wyżej. Tym razem informacja biegnie z centrów nadzoru do abonentów. Wyobraź sobie, że zbliża się powódź. Jeżeli pamiętasz tę z lipca, to wcale nie musisz sobie wyobrażać. Jeżeli będziesz abonentem ISDN otrzymasz informację o zbliżającym się niebezpieczeństwie. Może to być wspomniana wcześniej powódź, lub prośba aby nie korzystać z auta w związku z występującym z powodu upałów smogiem. Z usługi tej może też skorzystać ktoś, kto np. poszukuje lekarstwa. Informacja rozesłana do abonentów z prośbą o pomoc, dotrze błyskawicznie do wszystkich i będzie skuteczniejsza niż komunikat nadawany przez radio. Nie każdy przecież je słucha , ustawione akurat na stację nadającą komunikat z prośbą o pomoc.

Telemetria

Koniec z siedzeniem w domu po komunikacie naklejonym na drzwi wejściowe do klatki schodowej, że tego a tego dnia będą spisywane stany liczników energii elektrycznej i gazomierzy. Centrala wyposażona w usługi ISDN załatwi za nas to wszystko automatycznie, po prostu na wezwanie z elektrowni lub innego przedsiębiorstwa rozliczeniowego, prześle żądane informacje. Tak na marginesie mówiąc, co prawda będziemy otoczeni przez bezduszne urządzenia, ale unikniemy wielu niebezpieczeństw. Przypomnij sobie ile razy słyszałeś, że ktoś dokonał napadu na dziecko albo osobę starszą, przedstawiając się jako wysłannik elektrowni lub gazowni. Dzięki tej usłudze, przynajmniej pod tym względem, będzie bezpieczniej.

I inne usługi, których autorem możesz być ty"

Cieszysz się, że to już koniec?

Tak naprawdę to dopiero może być początek usług, gdyż te które sobie do tej pory omówiliśmy zostały przewidziane lub uruchomione niejako „na żądanie". Zaistniała taka potrzeba lub nawet konieczność jakiś czas temu i dzisiaj możemy o nich opowiedzieć, przeczytać a niektórzy szczęśliwcy już z nich skorzystać. Zachęcałem cię na początku tego odcinka w delikatny sposób do nauki, która w praktyczny sposób zastosuje pomysły, które dzisiaj jeszcze nam nawet nie przychodzą do głowy albo wyglądają na tak fantastyczne, że Juliusz Verne oraz Stanisław Lem ze swoimi wizjami to przedszkolaki. Część z usług, jak pamiętasz, zostało znacznie unowocześnionych od czasu gdy były tylko pomysłem. Tak więc w tej chwili, na straży ilości i wyglądu usług stoi tylko fantazja i ograniczenia technologiczne.

Część z usług, które tobie przedstawiłem, być może znalazła w codziennym życiu nieco inne zastosowanie niż to, które przyświecało ich autorom, ale jak w popularnym dowcipie mówią:

„Kolejka elektryczna została wymyślona dla dzieci, ale bawią się nią tatusiowie". Rozszerzonej wersji tego dowcipu ci nie opowiem, bo jesteś trochę za młody. Niemniej jednak przedstawiłem ci, mam nadzieję – w miarę przystępnie, te usługi, które buszują między abonentami zintegrowanej sieci usług ISDN. Nie wspominałem o usługach, lub może lepiej trzeba byłoby powiedzieć komunikatach i sposobach, dzięki którym centrale komunikują się między sobą, dogadują się z twoim terminalem i obsługują połączenia. Myślę, że jeżeli będziesz tym zainteresowany, to już niedługo spróbujemy sobie bardzo ogólnie (bo szczegółowo na tym etapie się nie da) opowiedzieć o zarządzaniu protokołami transmisji, strukturze warstw i realizowanych przez nie zadaniach. Nieź to by było za trudne! Żadne tam protokoły – opowiem ci po prostu o... komodzie, zwanej ISDNem. Nie wiesz, co to jest komoda? To zapytaj swej babci, na pewno ci powie. Przy okazji powiedziałbym ci o kanałach (i ich przepustowości), wcale nie wpuszczając Cię w kanał.

Nie wystraszyłem cię jeszcze? Ja już się boję!

Pożegnajmy się w takim razie telekomunikacyjnie:

Do zobaczenia w następnej transmisji.

Arkadiusz Bartold

Przetwornice impulsowe

Potworki i straszydła

W ubiegłym miesiącu zapoznałeś się z bardzo ważnym pojęciem indukcji magnetycznej. Mam nadzieję, że już rozumiesz o co w tym chodzi.

Ale to jeszcze nie koniec schodów. Najgorsze jeszcze przed tobą. Dziś spróbujemy mocno złapać byka za rogi i chyba wreszcie zrozumiesz pojęcie **natężenia pola magnetycznego**. Pojęcie, które w dziedzinie magnetyzmu dla większości elektroników jest najtrudniejsze do zrozumienia.

Zaczynajmy!

Przypomnę ci, że szukamy dobrego sposobu scharakteryzowania materiału magnetycznego, a nie konkretnego obwodu magnetycznego z danym rdzeniem i cewką. Jeśli potrafimy właściwie scharakteryzować materiał, to potem znając potrzebne parametry cewki dobierzemy wymiary rdzenia i zapewne potrafimy obliczyć wszystko, co będzie potrzebne do wykonania cewki o żądanych parametrach. A taka cewka będzie nam potrzebna do przetwornicy impulsowej (i nie tylko).

Zaczęliśmy od rysunku 13b (w EdW 2/98), gdzie właściwości rdzenia reprezentowane są przez nachylenie charakterystyki. Niestety nachylenie to zależy też od kilku czynników (liczby zwojów z, długości l i przekroju S). Pozbyliśmy się już zależności od pola S, wprowadzając pojęcie indukcji B, a teraz jeszcze musimy pozbyć się zależności od długości l i liczby zwojów z.

Proszę bardzo!

Uwzględniając wcześniejsze wzory otrzymujemy:

$$B = \frac{\Phi}{S} = \frac{I \times z \times \mu}{l} = \mu \times \frac{I \times z}{l}$$

Wypada zastanowić się nad wyrażeniem

$$I \times \frac{z}{l}$$

Wróć do rysunku 12b (EdW 1/98) i dobrze się zastanów – mamy napięcie magnetyczne: $I \times z$. To samo napięcie magnetyczne możemy uzyskać przy dużym prądzie I i małej liczbie zwojów z, albo też przy małym prądzie i dużej liczbie zwojów. Tak powstałe napięcie magnetyczne rozkłada się na długości rdzenia równej l. Nas nie obchodzi teraz jak uzyskamy to napięcie, chcielibyśmy to jakoś uogólnić...

A może przyjąć wielkość wyrażającą **napięcie magnetyczne przypadające na jednostkę długości rdzenia**? Chodziłoby o wielkość wyrażoną wzorem:

$$\frac{I \times z}{l}$$

Wielkość tę nazywa się **natężeniem pola magnetycznego** i oznacza się dużą literą **H**.

Jak łatwo zauważyć, jednostką natężenia pola magnetycznego jest amper na metr.

Ale po co nam taka wielkość? I jaki ma sens?

Wielu początkujących elektroników uważa, że taki twór jak natężenie pola magnetycznego, jest wzięty „z sufitu", a na dodatek nie wiadomo po co.

Wcale tak nie jest! Pojęcie natężenia pola ma głęboki sens i w sumie wcale nie trudno to zrozumieć intuicyjnie. Myląca jest tylko nazwa: *natężenie*.

Nieprzypadkowo wprowadziłem analogie obwodów elektrycznego i magnetycznego.

Popatrz jeszcze raz na rysunki 12a i 12b (w EdW 1/ 98). Na rysunku 12a całkowite napięcie elektryczne U rozkłada się na długości przewodnika równej l. Czy możemy określić wartość napięcia przypadającego na jednostkę długości przewodnika? Oczywiście! Nic nie stoi na przeszkodzie! Przykładowo jeśli nasz pręt miałby 2 metry długości, a całkowite napięcie U wynosiłoby, powiedzmy 4 wolty, to na metr długości pręta przypadać będzie 2 wolty. Beznadziejnie proste i oczywiste!

Otrzymaliśmy jakąś wielkość wyrażoną w jednostkach napięcia na jednostkę długości, czyli w woltach na metr. Jeślibyśmy teraz oznaczyli tę wielkość na przykład literą G, to

$$G = \frac{U}{l}$$

A ponieważ $U = z \times U_1$, więc

$$G = \frac{z \times U_1}{l}$$

Jeśli dla tego pręta na metr długości przypada 2 wolty, to przykładowo na 0,2 metra przypada

$$U = 2\frac{V}{m} \times 0{,}2m = 0{,}4V$$

Czyli znając wartość G i długość odcinak przewodu, moglibyśmy obliczyć napięcie na tym odcinku

$$U = G \times I_x$$

I co? Czy już widzisz podobieństwo?

Wymyślona przez nas wielkość G, odpowiada w obwodzie magnetycznym poznanemu właśnie natężeniu pola H! I co ciekawe, pozbyliśmy się zależności od l i od z!

A więc zarówno pojęcie natężenia pola H w obwodzie magnetycznym, jak i wielkości G w obwodzie elektrycznym mają głęboki sens, tylko ty do tej pory zupełnie się nad tym nie zastanawiałeś i nie wykorzystywałeś. W obwodach elektrycznych nie używa się takiego parametru jak G, więc teraz nie chce ci wejść do głowy pojęcie natężenia pola H.

Jeszcze raz natężenie pola magnetycznego

Cóż, widzę że nadal masz kłopoty z przyswojeniem sobie sensu tego nowego pojęcia.

Spróbujmy jeszcze raz.

W poprzednich odcinkach poznałeś łatwe do intuicyjnego przyswojenia pojęcie napięcia magnetycznego SMM. Gotowy byłeś nawet przełamać się wewnętrznie i zaakceptować, że chodzi tu o iloczyn I×z, którego jednostką jest, o zgrozo – amper. Wiesz, że pod wpływem tego napięcia magnetycznego, w rdzeniu cewki zaczyna płynąć prąd magnetyczny (właściwie strumień magnetyczny Φ). Ten prąd magnetyczny to właściwie żaden prąd, tylko jakieś tam „linie pola magnetycznego". Tłumaczyłem ci, że wielkością częściej spotykaną w praktyce, bo uwzględniającą pole przekroju, jest gęstość (ilość linii pola magnetycznego przypadająca na jednostkę powierzchni przekroju poprzecznego), czyli indukcja magnetyczna B. Przyjąłeś do wiadomości, ze dla materiału magnetycznego istnieje pewna maksymalna gęstość tych linii – jest to tak zwana indukcja nasycenia.

Wykazałeś tym samym bardzo dużo dobrej woli. Ale teraz stajesz okoniem gdy próbuję ci wcisnąć do głowy dziwaczne pojęcie natężenia pola H (które w rzeczywistości okazało się napięciem) – takiego dziwoląga nie bardzo możesz strawić.

Wcale ci się nie dziwię!

Zazwyczaj w obwodach elektrycznych obliczenia przeprowadzamy innymi sposobami, używając innych wzorów. Taka wielkość, jak wcześniej wprowadzone napięcie elektryczne przypadające na jednostkę długości (które oznaczyliśmy G) nie jest nam potrzebna, i nie wykorzystujemy jej w praktyce. Nie ma też dla niej specjalnej nazwy (literkę G wziąłem z tak zwanego sufitu). Ale niewątpliwie taka wielkość ma sens fizyczny.

Chyba nie masz kłopotów ze zrozumieniem sensu wielkości G?

Dokładnie tak samo wygląda sytuacja w obwodzie magnetycznym z rysunku 12b.

Jak więc rozumieć sens natężenia pola magnetycznego (H)?

Oczywiście jako wartość napięcia magnetycznego przypadającą na jednostkę długości rdzenia!

$$H = \frac{SMM}{l} = \frac{I \times z}{l}$$

Czym dłuższy rdzeń (dłuższa droga magnetyczna l), tym mniejsze natężenia pola magnetycznego (przy tym samym prądzie I i liczbie zwojów z)

Zauważ, że w wielkości H zawarte są wszystkie czynniki wymuszające: ilość zwojów, natężenie prądu i długość drogi magnetycznej. Takie uogólnienie to wielki krok w dobrym kierunku. Znając wartość prądu I, liczbę zwojów z oraz długość drogi magnetycznej rdzenia, bez trudu obliczysz natężenie pola H. I na odwrót: znając dopuszczalną wartość H, wartość prądu I, przy którym cewka ma pracować oraz zakładając jakąś długość rdzenia l, możesz obliczyć potrzebną liczbę zwojów z. Jasne?

Idziemy dalej

Wcześniej doszliśmy do zależności

$$B = \frac{I \times z \times \mu}{l}$$

Teraz możemy zapisać:

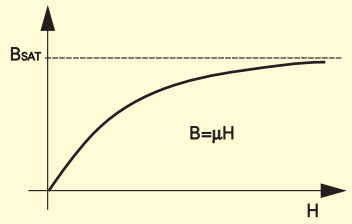
$$B = \mu \times H$$

Ten wzór na pewno już gdzieś widziałeś. Jaki jest jego sens?

Najkrócej mówiąc, **charakteryzuje on** nie tyle konkretny przypadek, związany z jakąś cewką i rdzeniem o danych wymiarach, ale **materiał magnetyczny w ogólności**.

Jeszcze raz zwracam ci uwagę, że w wielkości H zawarte są czynniki wymuszające (głównie chodzi o prąd I), a w wielkości B czynniki wymuszane (głównie strumień Φ).

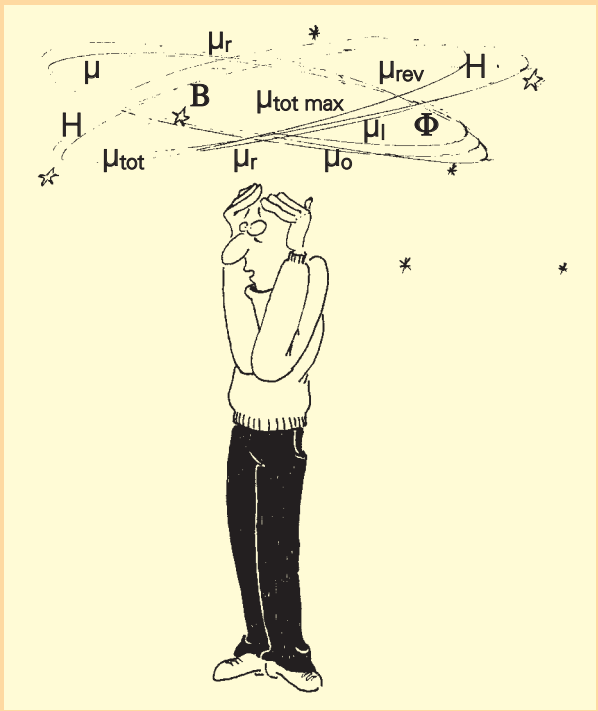
Jak się słusznie spodziewasz, charakterystyka magnesowania materiału, czyli zależność B od H, pokazana na **rysunku 14** będzie przebiegać podobnie, jak na wcześniejszym rysunku 13b (w EdW 2/98), przy czym nowy wykres dotyczy materiału w ogólności, a nie konkretnej cewki z rdzeniem.



Rys. 14. Krzywa magnesowania pierwotnego

Mam nadzieję, że to wreszcie do końca zrozumiałeś. Natężenie pola magnetycznego H, to nie jakaś arcyważna wielkość, ale dzięki wprowadzeniu tego (tylko na pierwszy rzut oka) dziwoląga, potrafimy wreszcie scharakteryzować na wykresie materiał magnetyczny (a nie tylko konkretny rdzeń z daną cewką). Chyba już teraz nie będzie ci przeszkadzać mieszanka firmowa wszystkich pojęć, nazw i określeń stosowanych do opisu obwodów magnetycznych. Szczerze mówiąc, nie dziwię się, że ta mieszanka doprowadza wielu do bólu głowy. Wszyscy rozumiemy i wyczuwamy intuicyjnie pojęcia, wielkości i zależności stosowane do opisu obwodów elektrycznych. Napięcie kojarzy się nam nierozłącznie z ciśnieniem, albo napięciem czegoś. Natężenie nierozłącznie kojarzy się z przepływem elektronów (lub wody). Wszystko to stanowi spójną i logiczną całość, łatwą do intuicyjnego pojęcia.

Ale gdy zaczynamy wgłębiać się w odmęty magnetyzmu, pojawia się zawrót głowy. Mówią nam, że natężenie pola magnetycznego to w rzeczywistości napięcie (!) magnetyczne przypadające na jednostkę długości rdzenia... A wymia-



rem jest amper na metr... Jak napięcie to napięcie, a jak natężenie, to natężenie. Czy aby ktoś tu nie zwariował?

Z tym zwariowaniem to może trochę przesada. Ale rzeczywiście wiele kłopotów ze zrozumieniem zjawisk w obwodach magnetycznych wynika z terminologii, czyli nazewnictwa. Stosowane polskie nazwy są bardzo mylące.

W większości języków używa się określenia indukcja magnetyczna (B). Ale na przykład w niektórych angielskojęzycznych katalogach zamiast *induction*, pisze się *flux density*, czyli gęstość strumienia.

O, to by nam pasowało! Gęstość strumienia to pojęcie łatwe do intuicyjnego przyswojenia i jak ulał pasujące do naszego wyobrażenia strumienia jako „linii pola". Niestety, w języku polskim póki co nie ma podobnego zwyczaju – w użyciu jest jedynie straszące nowicjuszy słowo indukcja.

Z natężeniem pola magnetycznego H sprawa jest trudniejsza. Słowo natężenie kojarzy się nam z prądem. Ale jak już wiesz, chodzi tu w sumie nie o prąd magnetyczny, tylko o napięcie magnetyczne (przypadające na jednostkę długości). Czy nie lepiej byłoby zmienić polską nazwę tej wielkości fizycznej?

Może i tak byłoby lepiej, ale stare określenie jest mocno zakorzenione i raczej nie ma szans na zmianę. Szczerze mówiąc, nie przychodzi mi do głowy żadna sensowna nazwa (chyba, że ty masz dobry pomysł na taką nazwę – jeśli tak, napisz do mnie koniecznie). Niestety, zamiast przeprowadzać rewolucję w terminologii, musimy po prostu zrozumieć i zaakceptować stosowane od dawna terminy, w tym owo nieszczęsne natężenia pola magnetycznego.

Jeśli nadal masz kłopoty ze zrozumieniem, o co chodzi w tym magnetyzmie i co dzieje się w rdzeniu, zacznij od początku i powróć do poprzednich artykułów! Musisz najpierw zaakceptować pojęcie napięcia i prądu magnetycznego, a dopiero potem przejść do indukcji i natężenia pola magnetycznego. A gdyby ci się mimo wszystko nie udało wszystkiego zrozumieć, nie załamuj się. Pocieszę cię.

Ta cała teoria, którą ci tłumaczę, ma tylko wyjaśnić zasady i przyczyny. W większości przypadków nie będzie ci ona niezbędna do praktycznych obliczeń. Właśnie! Nie trać z oczu celu: ty masz zaprojektować cewkę do konkretnego zastosowania. Ale póki co, łyknij kolejną porcję teorii, żebyś potem wiedział co robisz, a nie działał po omacku.

Jeśli z sukcesem przebrnąłeś przez poprzednie odcinki, to zapewne przypuszczasz, że mając w katalogu charakterystykę magnesowania materiału, potrafisz dobrać odpowiedni rdzeń i obliczyć ilość zwojów cewki o żądanych parametrach.

Niby tak, ale to niestety jeszcze nie koniec schodów.

Przecież charakteryzując materiał, nie uwzględniliśmy jeszcze czegoś, co w modelu z magnesikami było reprezentowane przez tarcie. Po odchyleniu sprężynki, wskutek tarcia nasz magnesik nie wracał do położenia wyjściowego. Inaczej mówiąc, po zaniku czynnika wymuszającego (prądu w cewce) materiał powinien pozostać częściowo namagnesowany. Czyli po zaniku napięcia magnetycznego, prąd magnetyczny (strumień) w rdzeniu... nie powinien spaść do zera!?

Chyba znów dostaniesz bólu głowy!

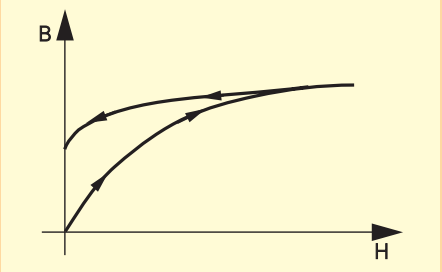
Zastanów się: niczego podobnego nie zaobserwowaliśmy w obwodach elektrycznych. Jeśli do rezystora przyłożone jest napięcie, to płynie przez niego prąd. Jeśli napięcie zaniknie, prąd maleje do zera. Dotyczy to także elementów nieliniowych, na przykład żarówki (lub znanego najstarszym Czytelnikom baretera), dla której zależność między napięciem a prądem, wygląda trochę podobnie, jak na rysunku 13b.

W obwodzie magnetycznym z rdzeniem ferromagnetycznym jest inaczej – jest to kolejna nowość, którą musisz jakoś upchnąć sobie pod sufitem. **Po zaniku czynnika wymuszającego** (prądu elektrycznego w cewce) strumień w rdzeniu (a tym samym indukcja B) **nie zanika całkowicie**, ale ma jakąś niezerową wartość.

To rzeczywiście nowość.

A jak to zaznaczyć na wykresie? Wykres zależności B od H przy magnesowaniu materiału od stanu, powiedzmy spoczynkowego i po zaniku czynnika wymuszającego będzie wyglądał tak jak na **rysunku 15**. Strzałkami zaznaczyłem, jak będzie przebiegać magnesowanie. Mam nadzieję, że to rozumiesz (kłania się tarcie magnesików, które nie wracają do położenia spoczynkowego)? Po wzroście i zaniku natężenia pola H z powrotem do zera, indukcja B (a tym samym strumień) nie zmniejszają się do zera.

Krótko mówiąc, po jednokrotnym namagnesowaniu, materiał rdzenia stał się... magnesem trwałym! Wcześniej może już o tym wiedziałeś, teraz masz to na charakterystyce materiału magnetycznego.



Rys. 15.

Tak jest! Możesz to sprawdzić w szkolnym laboratorium, albo nawet w domu!

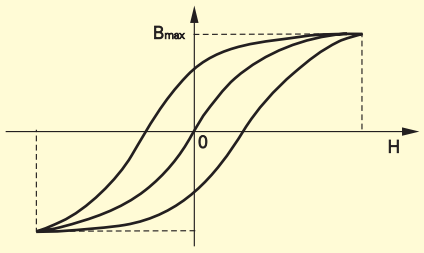
Idziemy dalej.

Wcześniej celowo przypominałem ci, że nasze rozważania dotyczą prądu stałego, płynącego w jednym kierunku. Nie chciałem mącić ci klarownego obrazu linii pola magnetycznego jakimiś tam kierunkami. Ale teraz, gdy poznałeś pojęcia natężenia pola H i indukcji B, musimy o tym wspomnieć.

Zależnie od kierunku prądu w cewce, zmienia się także, jeśli można tak powiedzieć – kierunek, czy też znak natężenia pola oraz indukcji magnetycznej. Uczyli cię (lub będą uczyć), iż są to wielkości wektorowe, a nie skalarne. Śmiało możemy mówić o kierunku, czy też znaku.

Zobaczmy więc, jak zmienia się indukcja B przy natężeniu H „o przeciwnym kierunku".

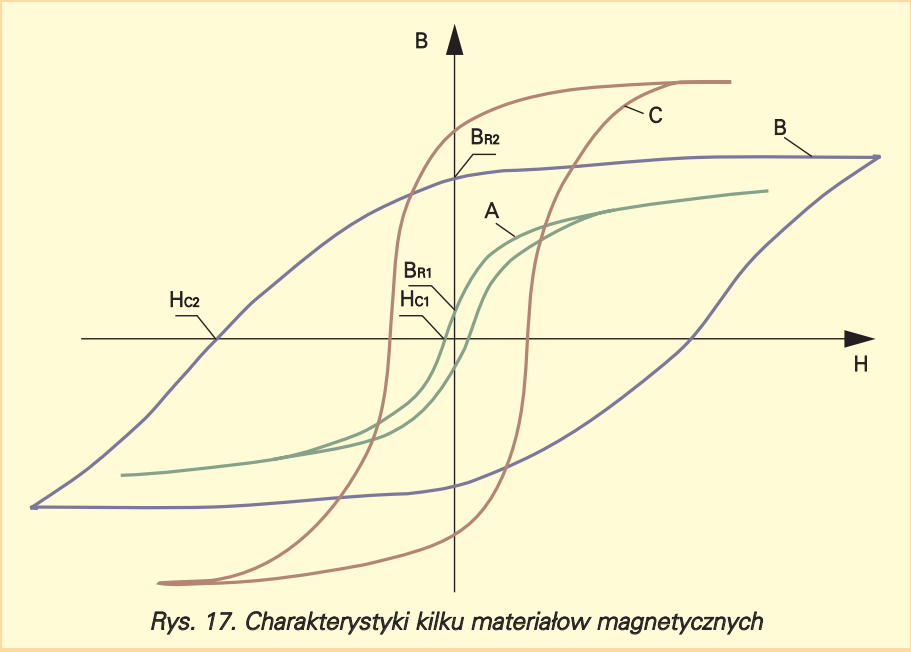
Na **rysunku 16** możesz zobaczyć przebieg charakterystyk magnesowania w sytuacji, gdy prąd I płynie najpierw w jedną stronę (a natężenie H wzrasta od zera do wartości Hmax+, potem maleje do zera), a następnie prąd zmienia kierunek i natężenie H zmienia się od zera do Hmax- a potem znów spada do zera. Jak widzisz, w zależności od kierunku zmian, charakterystyka jakby się rozdwaja – mówimy, że występuje tu pętla histerezy.



Rys. 16. Charakterystyka magnesowania pewnego materiału magnetycznego

Taką charakterystykę na pewno już gdzieś widziałeś.

Krzywą z rysunku 14 nazywamy krzywą magnesowania pierwotnego. Po jednokrotnym namagnesowaniu punkt pracy wędruje po pętli histerezy, a nie po krzywej magnesowania pierwotnego. Nie znaczy to, że namagnesowanego materiału nie można rozmagnesować „do zera" i znów zacząć od początku. Rozmagnesowanie jest stosunkowo łatwe – nie wystarczy wprawdzie po prostu przerwać przepływ prądu w uzwojeniu cewki, ale wystarczy podać na cewkę przebieg sinusoidalny, o stopniowo malejącej am-



Rys. 17. Charakterystyki kilku materiałow magnetycznych

plitudzie – wtedy kolejne „pętle" będą coraz mniejsze i w końcu materiał zostanie całkowicie rozmagnesowany.

Jeszcze raz przypominam ci, że na podanych rysunkach nadal w pewnym sensie mamy pokazaną zależność strumienia Φ od przepływającego prądu elektrycznego I (porównaj rysunek 10 w EdW 1/98 oraz 13b w EdW 2/98). Ale na osi poziomej mamy jednak natężenie pola H, a nie prąd, bo w ten sposób uwzględniamy liczbę zwojów cewki i długość drogi magnetycznej. Tak samo na osi pionowej mamy indukcję B, która informuje o strumieniu, a dodatkowo uwzględnia przekrój rdzenia.

Co z tego wszystkiego powinieneś koniecznie zapamiętać, bo może niektóre sprawy okażą się dla ciebie zbyt trudne?

Na pewno musisz zapamiętać, że nadmierne zwiększanie natężenia pola H (przez zwiększanie prądu), nie powoduje proporcjonalnego zwiększania indukcji B (i interesującego nas strumienia). Mamy tu do czynienia z graniczną wartością – indukcją nasycenia. Zaznaczyłem ci to na rysunku 14.

Dla blach żelazokrzemowych, używanych na rdzenie transformatorów (popularne kształtki EI) indukcja nasycenia wynosi do 2 tesli, a dla blach żelazoniklowych (rdzenie zwijane) około 2,5 tesli. Dla ferrytów indukcja nasycenia jest znacznie mniejsza i wynosi nie więcej niż 0,5 tesli. Wcale nie musisz pamiętać, co to jest tesla – wystarczy, że zapamiętasz, iż blacha żelazokrzemowa czy żelazoniklowa ma znacznie lepsze właściwości od ferrytów, ale niestety, jak ci już mówiłem – tylko przy małych częstotliwościach. **Rysunek 17** pokazuje przykładowe charakterystyki magnesowania różnych materiałów.

Spróbuj mi jeszcze samodzielnie odpowiedzieć na pytanie: czym w praktyce będą się różnić materiały o charakterystykach pokazanych na rysunku 17? Charakterystyka materiału A stanowi wąską pętlę (mówimy, że histereza jest mała), natomiast charakterystyka materiału B to pętla bardzo szeroka. Jeśli materiał A namagnesujemy, zwiększając natężenie H, a potem zmniejszając je go zera, to materiał pozostanie namagnesowany w niewielkim stopniu – pokazuje to punkt B_{R1}. Tak zwana pozostałość magnetyczna, oznaczana B_R (zwana też indukcją szczątkową lub magnetyzmem szczątkowym lub remanencją) jest niewielka. Żeby całkowicie rozmagnesować ten materiał, trzeba poddać rdzeń działaniu natężenia pola o przeciwnym kierunku i wartości takiej, jaką pokazuje punkt H_{C1}. Jest to tak zwane natężenie powściągające, zwane również koercją. Pętla histerezy jest tu wąska, natężenie powściągające małe – materiały o podobnych charakterystykach nazywamy materiałami magnetycznie miękkimi.

W przypadku drugiego materiału (krzywa B), po wzroście i zaniku natężenia pola, materiał pozostanie silnie namagnesowany (indukcja szczątkowa wbrew nazwie ma znaczną wartość B_{R2})... a więc mamy tu do czynienia z magnesem stałym (trwałym). Żeby rozmagnesować taki materiał, trzeba podać duże natężenie powściągające o wartości pokazywanej przez punkt H_{C2}. Materiał jest magnetycznie twardy.

Może ci się wydaje, że taki magnetycznie twardy materiał będzie lepszy na rdzenie cewek. Nie! Mogłeś się już sam domyślić, że szeroka pętla histerezy reprezentuje duże „tarcie elementarnych magnesików". A jeśli tarcie, to i straty w postaci ciepła – mówiliśmy już o tym wcześniej. Materiały magnetycznie twarde nadają się dobrze na magnesy trwałe, ale nie na rdzenie cewek – tam podczas każdego cyklu magnesowania/rozmagnesowania wydzielałaby się niepotrzebne duża moc strat – tak zwanych strat z histerezy. Na rdzenie cewek używamy materiałów o jak najwęższej pętli histerezy. Również o tym mówiliśmy wcześniej – teraz masz to czarno na białym na wykresie.

Kłopoty z μ

Wcześniej wspólnie doszliśmy do wniosku, że nachylenie charakterystyki pokazuje wartość przenikalności μ – czym bardziej stroma krzywa, tym większa przenikalność.

Zastanówmy się wspólnie, co możesz powiedzieć o wartości μ? Już na podstawie rysunku 14 mogłeś powiedzieć, iż wartość przenikalności μ zmniejsza się przy zwiększaniu natężenia H. To oczywiste, właśnie to jest powodem zmniejszania się indukcyjności cewki przy nadmiernym zwiększeniu prądu.

Na **rysunku 18** możesz zobaczyć charakterystykę magnesowania materiału magnetycznego, pochodzącą z katalogu (firmy Siemens).

Rysunek 18 pokazuje, że sprawa z wartością μ wygląda jeszcze gorzej. Za-

czynasz się domyślać, że pokrzywiona charakterystyka, zmienna wartość μ oznacza w praktyce ni mniej ni więcej, tylko pojawienie się w sygnałach zniekształceń. Tak jest! Zależność indukcji od natężenia pola nie jest liniowa. W poprzednich odcinkach analizowaliśmy, co się dzieje w rdzeniu przy prądzie stałym. Przed chwilą prześledziliśmy sytuację przy prądzie przemiennym.

Zauważ, że jeśli nachylenie charakterystyki jest zależne od natężenia pola, to moglibyśmy powiedzieć, iż zależy od chwilowego punktu pracy. Co to znaczy punktu pracy?

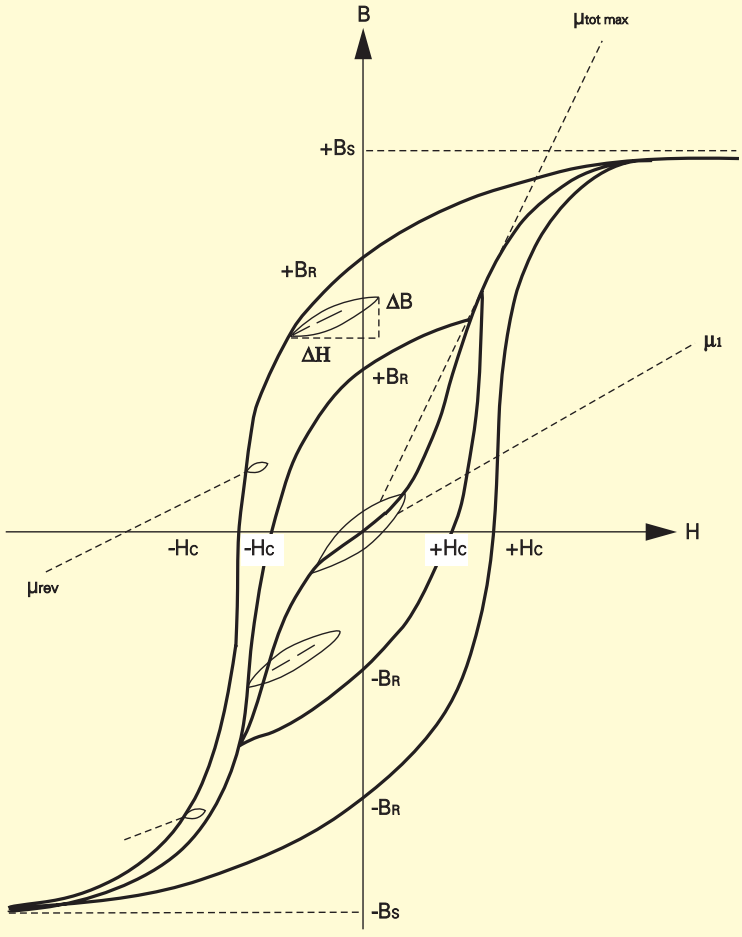
Wyobraź sobie, że przez cewkę przepuszczasz prąd stały z nałożoną niewielką składową zmienną. Tak przecież czasem zdarza się w praktyce. A może rdzeń został wcześniej namagnesowany?

I co wtedy z naszym kochanym μ?

Patrz na rysunek 18. Przy bardzo małych wartościach natężenia pola, średnia przenikalność wynosi mniej więcej μ_I. Dla pracy przy większych natężeniach, ale bez wchodzenia w nasycenie, maksymalna przenikalność jest znacznie większa i wynosi $\mu_{tot\ max}$. Jeśliby jednak twoja cewka pracowała przy małych zmianach natężenia H, ale po wcześniejszym silnym namagnesowaniu rdzenia, przenikalność wyniesie μ_{rev}.

To w końcu, do licha, jaką przenikalność ma twój rdzeń? O kochany, to wszystko zależy, od warunków pracy!

W katalogach spotkasz między innymi właśnie μ_I, $\mu_{tot\ max}$ i μ_{rev}. Którą wartość wziąć do wzoru



Rys. 18. Krzywa magnesowania przy różnych wysterowaniach

$$L = \frac{z^2 \times \mu \times S}{l}$$

A widzisz, tylko ci się wydawało, że znając ten wzór i mając wymiary rdzenia poradzisz sobie z obliczeniem indukcyjności.

A może słyszałeś kiedyś o wzmacniaczach magnetycznych, wzmacniaczach bez lamp elektronowych i tranzystorów. Teraz, gdy poznałeś kaprysy przenikalności μ, sam sobie możesz z grubsza wyobrazić, na jakiej zasadzie działa taki wzmacniacz. Podobnie wygląda sprawa z magnetycznymi stabilizatorami napięcia, jakie przed laty można było spotkać w aparaturze przemysłowej.

Teraz chyba pomału rozumiesz, że to właśnie ze względu na kaprysy przenikalności μ, w praktyce nie korzystamy z tych prostych, książkowych wzorów. Właśnie, wszystko zależy od warunków pracy materiału magnetycznego.

Na szczęście rzeczywistość nie wygląda aż tak czarno, jak może ci się teraz wydaje.

Zniekształcenia można radykalnie zmniejszyć dzięki obecności szczeliny powietrznej (do tego jeszcze wrócimy), i wtedy indukcyjność cewek pracujących przy małych sygnałach obliczamy w bardzo prosty sposób. Producenci rdzeni podają dla swoich wyrobów stałą zwaną A_L (dotyczy to zwłaszcza rdzeni kubkowych oraz rdzeni rodziny RM, stosowanych zwłaszcza na cewki do filtrów, itp.). Mając wartość A_L(lub AL), a znaleźć ją można nadrukowaną na każdym takim rdzeniu, indukcyjność oblicza się ze wzoru.

$$L = z^2 \times A_L$$

A_L podaje się w nanohenrach (nH) i wynik też wychodzi w nanohenrach.

W praktyce obliczamy nie indukcyjność, tylko liczbę zwojów potrzebną do uzyskania danej indukcyjności:

$$z = \sqrt{\frac{L}{A_L}}$$

Znając liczbę zwojów obliczamy lub odnajdujemy w tabeli grubość drutu, która pozwoli zmieścić uzwojenie na karkasie. Potem jeszcze możemy obliczyć rezystancję i z grubsza oszacować dobroć cewki.

I to wszystko. Proste prawda?

Niby tak, ale to jeszcze nie koniec męczarni na drodze do cewek nadających się do przetwornic. Tam trzeba uwzględnić szereg dalszych czynników. Zajmiemy się tym za miesiąc.

Piotr Górecki

POCZTA POCZTA POCZTA POCZTA

W rubryce „Poczta” zamieszczamy fragmenty Waszych listów oraz nasze odpowiedzi na pytania i propozycje. Elektronika dla Wszystkich to nasze wspólne pismo i przez tę rubrykę chcemy zapewnić jak najbardziej żywy kontakt redakcji z Czytelnikami. Prosimy o listy z oczekiwaniami w stosunku do nas, z propozycjami tematów do opracowania, ze swoimi problemami i pytaniami. Postaramy się w miarę możliwości spełnić Wasze oczekiwania.

Specjalną częścią „Poczty” jest kącik tropicieli chochlika drukarskiego „Errare humanum est”. Wśród Czytelników, którzy nadeślą przykłady błędów, będą co miesiąc losowane nagrody w postaci kitów z serii AVT-2000.

Piszcie więc do nas, bardzo cenimy wasze listy, choć nie na wszystkie możemy szczegółowo odpowiedzieć.

Jest to nasza wspólna rubryka, dlatego będziemy się do Was zwracać po imieniu, bez względu na wiek.

Pozdrawiamy: Władysława Obuchowskiego z Gdańska, Adama Sieńkę z Suwałk, Mirosława Wojtuszewskiego z Rzeszowa, Krzysztofa Bąka, Piotra Mikołajuka z Białej Podlaskiej, Sebastiana Krzywosza ze Świętochłowic, Adama Sawickiego z Częstochowy, Janusza Kleina ze Starzyńskiego Dworu, Romana Kielana z Krakowa, Zenona Rakoczego z Chropaczowa, Grzegorza Pieroga z Rybnika, oraz wszystkich pozostałych, którzy nadesłali doroczne ankiety EdW!

Uwagi do rubryki *Errare humanum est* przysłali ostatnio jedynie **Jarosław Dziura** z Katowic, **Marcin Jędras** z Lubina, **Radosław Koppel** z Gliwic.

Wszyscy wymienieni koledzy otrzymają upominki nie tylko za ostatnie listy, ale też za całokształt kontaktów z Redakcją.

Jeszcze raz dziękujemy za wszystkie pozdrowienia i życzenia, które nadesłaliście do Redakcji na przełomie roku!

Nadchodzą pojedyncze listy zawierające dowcipy i humorystyczne opisy. Poziom tych materiałów jest zróżnicowany, ale część ma swoją wartość i zostanie przedstawiona w jednym z kolejnych numerów. Nie mamy nic przeciwko temu, by w EdW pojawił się stały kącik „Humor i dowcip w elektronice”. Potrzebne są jednak do tego materiały, i wasza w tym głowa, by takie materiały pojawiły się w Redakcji.

Kilku Czytelników nadesłało krzyżówki, która póki co nie zostały przedstawiona w EdW ze względu na pewne braki. Jednak pomysł na krzyżówkę, przeznaczoną dla młodych Czytelników jest niewątpliwie dobry, dlatego...

Redakcja *Elektroniki dla Wszystkich* ogłasza
KOLEJNY KONKURS!
Tym razem zadaniem jest ułożenie krzyżówki.

Nie stawiamy ograniczeń na objętość i szczegóły formy, ale niewątpliwie powinna to być krzyżówka zawierająca wyłącznie (lub w jak największym stopniu) hasła z elektroniki. Stopień trudności nie powinien być zbyt wysoki, ale i krzyżówka nie powinna być dziecinnie łatwa do rozwiązania.

Na krzyżówki czekamy **do końca kwietnia 1998 roku**. Do listu należy dołączyć kartkę z własnoręcznie podpisanym oświadczeniem, że krzyżówka jest oryginalnym dziełem podpisanego i że nie była nigdzie publikowana.

Nagrodami dla Autorów najlepszych krzyżówek będą cenne książki o tematyce elektronicznej (oraz oczywiście podanie imienia i nazwiska Autora przy prezentacji krzyżówki w EdW).

Po opublikowaniu krzyżówki rozlosowane będą drobne upominki dla tych, którzy w ciągu miesiąca od jej ukazania nadeślą prawidłowe rozwiązania.

Nadeszły pierwsze zgłoszenia od amigowców i posiadaczy innych komputerów, różnych od PC-ta. Na razie jest to dosłownie kilka zgłoszeń. Czekamy na dalsze.

Nasza nowa sekretarz redakcji, która podjęła swe obowiązki z początkiem roku, już w połowie stycznia nadrobiła wszystkie znane nam zaległości w wysyłce nagród i upominków. Według naszej wiedzy, wszystko, co było obiecane w EdW zostało już wysłane. **Jeżeli jednak ktoś nie otrzymał do tej pory jakichkolwiek przyrzeczonych nagród, upominków, czy honorariów, powinien koniecznie zgłosić to listownie do Redakcji.** Przy okazji bardzo przepraszamy za opóźnienia w wysyłce nagród z drugiej połowy ubiegłego roku i jesteśmy przekonani, że teraz już wszystko pójdzie dobrze. Zresztą osoby nagrodzone w lutym i marcu bieżącego roku mogły się już o tym przekonać.

SGS-THOMSON MICROELECTRONICS

Płyty CD-ROM zawierające pełne dane techniczne półprzewodników firmy SGS-Thomson otrzymują:

Marian Jarek z Ołpin
Mariusz Ciołek z Kownacisk

Obaj zostają w ten sposób wyróżnieni za swój stały udział w Szkole Konstruktorów.

Konkurs

Ogłaszamy konkurs dla młodych Czytelników EdW.

Wyjaśnij krótko następujące zjawisko, intrygujące wielu początkujących elektryków i elektroników:

Napięcie na wyjściu prostownika do ładowania akumulatora samochodowego, zmierzone woltomierzem wynosi, powiedzmy, 11V. Wygląda na to, że taki prostownik nie będzie się nadawał do ładowania akumulatora 12-woltowego. Po dołączeniu takiego akumulatora prostownik ładuje jednak akumulator, pomimo że napięcie podczas ładowania, zmierzone na zaciskach akumulatora wynosi 13...14V. Czy prąd może płynąć od punktu o niższym napięciu do punktu o wyższym napięciu? Gdzie tu tkwi błąd? Jak to najprościej wyjaśnić?

Odpowiedzi prosimy nadsyłać do końca marca 1998, koniecznie z dopiskiem „Akumulator”.

Wśród osób, które podadzą prawidłową odpowiedź rozlosujemy nagrody książkowe.

Pierwsze reakcje na artykuły naszego nowego współpracownika, Arkadiusza Bartolda są pełne superlatyw. Jego styl określacie jako „idealnie nadający się do *Elektroniki dla Wszystkich*”. Do najbliższych numerów, po skończeniu czteroczęściowego cyklu o telefonii, zamówiliśmy u niego artykuły tłumaczące od podstaw budowę odbiornika telewizyjnego. Jeśli macie życzenie, by w podobny sposób tłumaczył wam działanie i budowę różnych systemów i urządzeń, napiszcie do Redakcji. Zapewne uda się zrealizować wasze oczekiwania.

Nie udzielamy odpowiedzi i porad odnośnie jakiegokolwiek sprzętu komputerowego, w tym nietypowych komputerów starego typu. Możecie natomiast umieścić stosowne, bezpłatne ogłoszenie w rubryce „Rynek i Giełda”.

Drobne, bezpłatne ogłoszenia do rubryki „Rynek i Giełda” powinny być nadsyłane na oryginalnych kuponach EdW (kartonowa wkładka). Nie przysyłajcie tego typu ogłoszeń faksem, ani na innych kartkach. Służy do tego właśnie wkładka, znajdująca się w każdym numerze EdW.

Jeden z Czytelników pyta, czy można pracę do Szkoły Konstruktorów i model dostarczyć do Redakcji osobiście, a nie pocztą. Jeśli komuś z Was będzie się chciało wędrować do nas na skraj Warszawy, może to zrobić i pozostawić pracę w sekretariacie AVT, zaznaczając na opakowaniu, że jest to przesyłka dla Redakcji EdW (sekretariat AVT obsługuje kilka redakcji).

Jeszcze raz wyjaśniamy, że wkładka z rysunkami ścieżek płytek drukowanych celowo pokazuje widok od strony ścieżek. Jak niedwuznacznie wynikało z listów nadesłanych swego czasu do Redakcji, ogromna większość Czytelników wykonuje płytki „na piechotę” i potrzebuje właśnie takich rysunków. Sposoby amatorskiego wykonywania płytek drukowanych były wyczerpująco opisane we wcześniejszych numerach EdW (10 i 11/96). Kto preferuje bardziej zaawansowane metody, będzie mógł skorzystać z materiałów dostępnych na stronie internetowej EdW i ściągnąć projekt płytki w formacie Autotraxa bądź rysunki postscriptowe ścieżek, które można przekształcić w ich lustrzane odbicie za pomocą jakiegoś programu graficznego.

Obszerne listy, napisane ciekawym stylem nadesłali **Jakub Mikians** z Elbląga i **Radosław Koppel** z Gliwic.

Zamieszczone prośby o artykułu i projekty postaramy się stopniowo zrealizować.

Jakubowi nie odpowiemy jednak na jego pytania, a to ze względu na zbyt swobodny ton listu i sformułowania zbyt poufałe, jak na 14-latka piszącego do redakcji.

Przedstawiamy natomiast list **Arkadiusza Kalickiego** z Popław:

Do szanownej Redakcji EdW

Pragnę podziękować Wam za te 24 miesiące EdW. Przez ten czas nauczyłem się pewnych podstaw, dzięki którym mogę teraz zrozumieć działanie układów elektronicznych. Proponuję kontynuować artykuły przedstawiające fundamenty elektroniki, aby w przyszłości można było powiedzieć tak: „każdy początkujący elektronik może znaleźć w archiwalnych numerach EdW wszystkie podstawowe wiadomości o elektronice, napisane rzeczywiście w sposób zrozumiały dla wszystkich”.

W EdW nie podoba mi się to, że artykuły edukacyjne są po prostu zbyt krótkie, czego owocem są cykle, ciągnące się prawie „w nieskończoność”. Należy więc zwiększyć objętość EdW, aby znalazło się w niej miejsce na nowe cykle, oraz by ową „nieskończoność” skrócić. Poniżej przedstawiam moje propozycje na nowe cykle, artykuły i projekty.

Cykl poświęcony wykorzystaniu komputera (PC, a nie jakiejś tam Amigi) w pracowni elektronicznej. Zapoznawałby on nas z obsługą programów do komputerowej symulacji układów elektronicznych (np. PSPICE, itp.). W niedalekiej przyszłości, po poznaniu asemblera (na 51), proponowałbym, abyśmy poznali jakiś język wyższego poziomu.

Następną propozycją jest artykuł na temat przetworników A/C i C/A stosowanych jako osprzęt układów mikroprocesorowych.

W EdW 1/98 zaprezentowaliście programator EPROMów. Idea jest oczywiście dobra, ale mnie interesuje programator, który programowałby także procesory 51, był przetestowany w laboratorium AVT i był dostępny w postaci kitu AVT (o wyższości płytek AVT nad „własnoróbkami" przekonałem się podczas montażu mikrokomputerka).

Niedawno zauważyłem, że niewiele wiem o telewizorach i o przekazie telewizyjnym, więc moglibyście coś o tym napisać.

Może kiedyś udałoby się dodać do EdW CDROM, na którym znajdowałyby się wersje testowe (i nie tylko) programów dla elektroników, katalogi podzespołów i inne informacje (np. handlowe).

Przypuszczam, że w przyszłości kupując EdW będę trzymał w rękach 200-stronicowy, kolorowy miesięcznik, w którym znajdę mnóstwo informacji bardzo mnie interesujących, napisanych w przystępnej postaci.

Elektronice dla Wszystkich życzę, by jak najszybciej się rozwijała i pozyskiwała nowych czytelników.

Szanownej Redakcji życzę przede wszystkim zdrowia oraz niesłabnącego zapału do pracy.

Arkadiusz Kalicki

Dziękujemy za życzenia. Tak się składa, że list Arka jest kwintesencją waszych pozdrowień, życzeń i oczekiwań. Wszystkie podane propozycje będą stopniowo zrealizowane (kurs PSpice i języka wysokiego poziomu – Visual Basica, projekt programatora EPROMów nie wymagający komputera, opis działania telewizora). Cieszymy się, że udaje się nam trafić dokładnie w wasze potrzeby.

A oto fragment listu **Zbigniewa Walasa** z Żywca:

Koledzy

Myślę, że jako nauczyciel elektroniki mogę zwracać się do Was w tej formie, zwłaszcza że sami stworzyliście na łamach EdW atmosferę, godną najwyższego uznania. (...)

Jak wspomniałem, jestem nauczycielem od kilku lat, ale wcześniej pracowałem w przemyśle. Usiłuję te doświadczenia przenieść na program szkolny, który jak sami nieraz wspominacie, został stworzony przez teoretyków. Pomijając nawet kwestię działania niektórych układów, po prostu brak racjonalnego wyważenia, co z teorii potrzebne jest na poszczególnych stopniach zaawansowania: monter, technik, inżynier, naukowiec.

Dobrze, że w Korporacji AVT powstały różne pisma na różnym poziomie...

Wyobraźcie sobie, że dzięki (głównie) artykułom Red. Góreckiego, zaproponowałem Wasze pismo zamiast podręcznika. Oczywiście, ostatnio pojawiło się kilka nowych pozycji, nie umniejszam zasług, ale muszę również brać pod uwagę finanse rodziców, i wolę, by je poświęcili na podzespoły do majsterkowania.

Nie przedłużając tej części listu, po prostu robicie dobrze to, bo zamierzyliście. (...)

Dalej Autor listu zwraca nam uwagę na dwa niedociągnięcia. Jedno – opóźnienia w wysyłce nagród już nadrobiliśmy, natomiast drugie ma charakter ogólny i dotyczy poprawności projektów i zgodności schematów z płytką drukowaną. Na to staramy się zważać cały czas zarówno my, Redakcja, jak i Pracownia Konstrukcyjna.

Bardzo dziękujemy za wszystkie uwagi!

Autor listu nadesłał też krótki artykuł, czy raczej felieton, zamieszczamy go w nowej rubryce „Hyde Park".

SKRZYNKA KONTAKTOWA

Paweł Bardowski, 59-516 Zagrodno, Uniejowice 7, lat 12, elektron. zajmuje się od 7 lat.
Zainteresowania: lubię naprawiać sprzęt RTV, bawić się cyfrówką i robić różne urządzenia.

Jarosław Bialew, 62-700 Turek, ul. Milewskiego 2/49, tel. (0-63) 78-56-31, lat 12, elektroniką zajmuje się od 2 lat.
Zainteresowania: cyfrówka, wykorzystanie Amigi, pierwszy krok do mikroprocesora.

Marcin Biernat, 07-150 Strachówka, Rozalin 10, lat 18, elektron. zajmuje się od 3 lat.
Zainteresowania: mam szerokie zainteresowania; samodzielnie wykonuję różne układy, naprawiam sprzęt i obserwuję elektronikę użytkową.

Paweł Budzym, 35-326 Rzeszów, ul. Cicha 7/127, lat 17, elektron. zajmuje się od 3 lata.
Zainteresowania: drobne naprawy, przeróbki sprzętu RTV, montaż kitów AVT oraz układów przetwarzających dźwięki np. wzmacniacze, transofon, nadajniki i UKF.

Ryszard Czyrek, 62-104 Pawłowo Żońskie, Oporzyn 3, lat 19, elektroniką zajmuje się od 3 lat.
Zainteresowania: wzmacniaczami mocy, i nie tylko, krótkofalarstwem, ciekawymi układami do eksperymentów oraz innymi ciekawostkami elektroniki.

Mariusz Dawidowski, 80-215 Gdańsk, ul. Myczkowskiego 3/27, lat 18, elektron. zajmuje się od 4 lat.
Zainteresowania: audio, trochę cyferki, naprawa sprzętu RTV, wyposażenie wartsztatowe, ciekawostki.

Marek Deska, 21-350 Międzyrzec Podlaski, ul. Balladyny 6/44, lat 17, elektron. zajmuje się od 2 lat.
Zainteresowania: wszystkim co można wykorzystać w normalnym domu, na działce, w warsztacie. Szczególnie interesuje mnie cyfrówka i audio.

Dawid Dłużniak, 42-216 Częstochowa, ul. Botaniczna 23/69, lat 14, elektroniką zajmuje się od 6 lat.
Zainteresowania: sprzęt audio, technologia cyfrowa, itp.

Adam Dyga, 42-603 Tarnowskie Góry, lat 17, elektroniką zajmuje się od 2 lat.
Zainteresowania: krótkofalarstwo, audio (wzmacniacze, przetwarzanie dźwięku), cyfrówka.

Agata Dudkiewicz, 41-800 Zabrze, ul. Jesionowa 13, lat 18, elektroniką zajmuje się od 5 lat.
Zainteresowania: cyfrówka i elektronika motoryzacyjna, także wzmacniacze akustyczne małej mocy.

Dominik Gajda, 43-100 Tychy, ul. Piłsudskiego 62/125, lat 17, elektroniką zajmuje się od 3 lat.
Zainteresowania: elektronika użyteczna, audio, oświetlenie, komputery, chętnie nawiążę kontakt osobisty lub listowny. Odpowiem na każdy list.

Maciej Grabowski, 86-300 Grudziądz, ul. Mazowiecka 35/5, lat 16, elektron. zajmuje się od 2 lat.
Zainteresowania: audio, cyfrówka, naprawa sprzętu i RTV, schematy i informacje do wymiany.

Jakub Karpiński, 12-200 Pisz, ul. Zagłoby 2/14, tel. 234-439, lat 11, elektron. zajmuje się od 3 lat.
Zainteresowania: cyfrówka i mikroprocesory.

Jarosław Kempa, 63-505 Doruchów, Tokarzew, tel. (064) 731-51-62, lat 18.
Zainteresowania: elektronika, technika cyfrowa, mikroprocesory, komputer.

Janusz Klein, 84-107 Starzyno, Starzyński Dwór 41, lat 18, elektroniką zajmuje się od 3 miesięcy.
Zainteresowania: naprawa RTV i audio. Chciałbym nawiązać kontakt w celu uzyskania info. o podst. elektron. i o rezystorach i innych elementach. Dzięki.

Tomek Konopka, 05-120 Legionowo, ul. Rycerska 1a/2, lat 14, elektroniką zajmuje się od 2 lat.
Zainteresowania: CB-radio, KF i komputery (C-64). Poszukuję kogoś w moim wieku, kto interesuje się CB lub pracuje na tym SR.

Łukasz Korbasiewicz, 40-008 Katowice, ul. Warszawska 56/5, tel. (032) 206-84-35, lat 13, elektroniką zajmuje się od 2 lat.
Zainteresowania: naprawa sprzętu RTV i budowa prostych urządzeń elektronicznych, zbieram schematy i literaturę.

Łukasz Laszczak, 43-316 Bielsko-Biała, ul. Giewont 8/23, tel. (033) 18-74-23, lat 17, elektroniką zajmuje się od 3 lat.
Zainteresowania: wszelikim sprzętem audio oraz stroboskopami i colorofonami, nadajnikami radiowymi (ogólnie wszystkim).

Paweł Łabaj, 41-400 Mysłowice, ul. Morcinka 2A/6, lat 18, elektroniką zajmuje się od 4 lat.
Zainteresowania: proste układy o praktycznym zastosowaniu, oprogramowanie i przystawki elektroniczne do C-64.

Witold Partyka, 32-340 Wolbrom, ul. Leśna 17, lat 25, elektroniką zajmuje się od 10 lat.
Zainteresowania: aparaty elektroniczne w geofizyce, anteny, technika odbioru RTV.

Paweł Pekowski, 85-075 Bydgoszcz, ul. Paderewskiego 19/16, tel. 40-08-91, 24 lata, elektron. zajmuje się od 10 lat.
Interesuje się: techniką audio, doświadczenie w budowie oraz naprawie urządzeń audio.

Antoni Przyczyna, 22-437 Łabunie 22, lat 22, elektron. zajmuje się od 3 lat.
Zainteresowania: audio, cyfrówka, mikroprocesor MCS-51, naprawa sprzętu audio i RTV.

Grzegorz Roś, 57-300 Kłodzko, ul. Rodzinna 1/701, lat 18, elektroniką zajmuje się od 5 lat.
Zainteresoania: audio i cyfrówka, naprawa RTV i wszytkie inne ciekawe układy.

Łukasz Rostalski, 55-230 Jelcz-Laskowice, ul. Hirszfelda 85/8, lat 16, elektron. zajmuje się od 2 lata.
Zainteresowania: optoelektronika, urządzenia alarmowe oraz cyfrówka.

Grzegorz Rutkowski, 16-020 Czarna Białostocka, ul. Złota Wieś 9, lat 19, elektroniką zajmuje się od 4 lat.
Zainteresowania: audio, cyfrówka, naprawa sprzętu RTV.

Adam Sawicki, 42-224 Częstochowa, ul. Michałowskiego 34 m 37, lat 13, elektroniką zajmuję się od roku.
Zainteresowania: elektroniką ogólnie, głównie audio, mam PC-ta, programuję w Pascalu, jestem początkujący, mam bardzo wiele schematów i elementów.

Wojciech Sotomski, 01-313 Warszawa, ul. Warabeli 4 m 152, lat 20, elektron. zajmuje się od 7 lat.
Zainteresowania: elektronika użytkowa; pozytywki, procesory dźwięku, układy do domu i samochodu. Początkującym elektronikom amatorom pomogę w zdobyciu układów lub adresów firm, wymienię się schematami bezpłatnie!

Artur Szubert, 88-300 Mogilno, ul. 3 Maja 6/9, lat 14, elektron. zajmuje się od 4 lat.
Zainteresowania: naprawa sprzętu RTV, nadajniki, urządzenia podstawowe, wykrywacze metali, gadżety szpiegowskie.

Mieczysław Trzaskacz, 97-300 Piotrków Trybunalski, ul. Łódzka 39 m 33, lat 61, elektron. zajmuje się od 40 lat.
Zainteresowania: literatura z radiotechniki, odbiorniki radiowe stare i nowe, wszelkiego rodzaju generatory do strojenia odb. radiowych, audio.

Marek Tokarski, 11-500 Giżycko, ul. Królowej Jadwigi 19 m 1, lat 31, elektron. zajmuje się od 18 lat.
Zainteresowania: łączność i sposoby kodowania informacji, usprawnienia nadajników, zasilanie awaryjne, alarmy, telewizja satelitarna.

Piotr Waleczko, 22-500 Hrubieszów, ul. Czerwonego Krzyża 13, lat 18, elektron. zajmuje się od 5 lat.
Zainteresowania: cyfrówka, mikroprocesory i mikrokontrolery, komputery, cybernetyka i robotyka.

Lucjan Zieliński, 70-123 Szczecin, ul. Dunikowskiego 31/7, lat 19, elektroniką zajmuje się od 2 lat.
Zainteresowania: audio, sprzęt CB, naprawa sprzętu RTV.